

PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

To:

Commissioner
 US Department of Commerce
 United States Patent and Trademark
 Office, PCT
 2011 South Clark Place Room
 CP2/5C24
 Arlington, VA 22202
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
 in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 29 March 2001 (29.03.01)	
International application No. PCT/JP00/04871	Applicant's or agent's file reference 00/06374
International filing date (day/month/year) 21 July 2000 (21.07.00)	Priority date (day/month/year) 23 July 1999 (23.07.99)
Applicant SHIRAISHI, Naomasa	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:
 13 February 2001 (13.02.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

BEST AVAILABLE COPY

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Antonia Muller Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT REQUEST

00/06374

Original (for SUBMISSION) - printed on 22.01.2002 01:23:03 PM

0	For receiving Office use only	
0-1	International Application No.	
0-2	International Filing Date	
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	
0-4	Form - PCT/RO/101 PCT Request	
0-4-1	Prepared using	PCT-EASY Version 2.91 (updated 01.07.2000)
0-5	Petition The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	Japanese Patent Office (RO/JP)
0-7	Applicant's or agent's file reference	00/06374
I	Title of invention	EXPOSURE METHOD AND APPARATUS
II	Applicant	
II-1	This person is:	applicant only
II-2	Applicant for	all designated States except US
II-4	Name	NIKON CORPORATION
II-5	Address:	Fuji Bldg., 2-3, Marunouchi 3-chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-8331 Japan
II-6	State of nationality	JP
II-7	State of residence	JP
II-8	Telephone No.	03-3773-7011
II-9	Facsimile No.	03-3777-6659
III-1	Applicant and/or inventor	
III-1-1	This person is:	applicant and inventor
III-1-2	Applicant for	US only
III-1-4	Name (LAST, First)	SHIRAISHI, Naomasa
III-1-5	Address:	c/o Nikon Corporation, Intellectual Property Department Fuji Bldg., 2-3, Marunouchi 3-chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-8331 Japan
III-1-6	State of nationality	JP
III-1-7	State of residence	JP

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT REQUEST

00/06374

Original (for SUBMISSION) - printed on 22.01.2002 01:23:03 PM

IV-1	Agent or common representative; or address for correspondence The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name (LAST, First)	OMORI, Satoshi
IV-1-2	Address:	Omori Patent Office 2075-2-501, Noborito, Tama-ku Kawasaki-shi, Kanagawa 214-0014 Japan
IV-1-3	Telephone No.	044-900-8346
IV-1-4	Facsimile No.	044-911-0012
IV-1-5	e-mail	o-pat@bekkoame.ne.jp
V	Designation of States	
V-1	Regional Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	AP: GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZW and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR NE SN TD TG and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT
V-2	National Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH&LI CN CR CU CZ DE DK DM DZ EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZW

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT REQUEST

00/06374

Original (for SUBMISSION) - printed on 22.01.2002 01:23:03 PM

V-5	Precautionary Designation Statement In addition to the designations made under items V-1, V-2 and V-3, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) of the State(s) indicated under item V-6 below. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit.		
V-6	Exclusion(s) from precautionary designations	NONE	
VI-1	Priority claim of earlier national application		
VI-1-1	Filing date	23 July 1999 (23.07.1999)	
VI-1-2	Number	11209870	
VI-1-3	Country	JP	
VI-2	Priority document request The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s):	VI-1	
VII-1	International Searching Authority Chosen	Japanese Patent Office (JPO) (ISA/JP)	
VIII	Check list	number of sheets	electronic file(s) attached
VIII-1	Request	4	-
VIII-2	Description	34	-
VIII-3	Claims	6	-
VIII-4	Abstract	1	-
VIII-5	Drawings	4	-
VIII-7	TOTAL	49	
	Accompanying items	paper document(s) attached	electronic file(s) attached
VIII-8	Fee calculation sheet	✓	-
VIII-16	PCT-EASY diskette	-	diskette
VIII-18	Figure of the drawings which should accompany the abstract	2	
VIII-19	Language of filing of the international application	Japanese	
IX	Signature of applicant or agent		
IX-1	Name (LAST, First)		
IX-2	Capacity		

FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	
-------------	--	--

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT REQUEST

00/06374

Original (for **SUBMISSION**) - printed on 22.01.2002 01:23:03 PM

10-2	Drawings:	
10-2-1	Received	
10-2-2	Not received	
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application	
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)	
10-5	International Searching Authority	ISA/JP
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	
------	--	--

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 2 月 1 日 (01.02.2001)

PCT

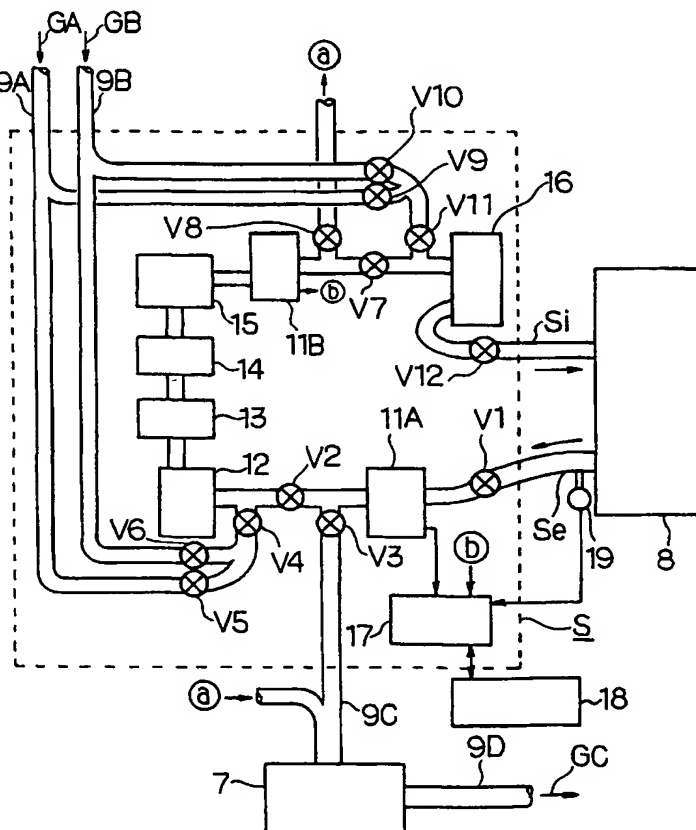
(10) 国際公開番号
WO 01/08204 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/027 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/04871
- (22) 国際出願日: 2000 年 7 月 21 日 (21.07.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願平11/209870 1999 年 7 月 23 日 (23.07.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 白石直正 (SHI-RAISHI, Naomasa) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル 株式会社 ニコン 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大森 聡 (OMORI, Satoshi); 〒214-0014 神奈川県川崎市多摩区登戸2075番2-501 大森特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL,

[続葉有]

(54) Title: EXPOSING METHOD AND APPARATUS

(54) 発明の名称: 露光方法及び装置



(57) Abstract: An exposing method in which the gas present at least along a part of the optical path of an exposing beam can be stably replaced with a gas through which the exposing beam is transmitted at low operating cost. The gas in a gas-tight unit (8) enclosing a beam matching unit, an illuminating optical system, a reticle stage system, a projection optical system, or a wafer stage system of an exposing apparatus is replaced with a low-absorption gas (GA, GB) through which the exposing beam is transmitted by a gas replacing unit (S). After a predetermined repetition of a step of reducing the pressure of the gas in the gas-tight unit (8) to a first pressure lower than the atmospheric pressure by using a gas evacuating device (7) and a step of supplying the low-absorption gas (GA, GB) in to the gas-tight unit (8) to a pressure between the first pressure and the atmospheric pressure, the low-absorption gas (GA, GB) is supplied into the gas-tight unit (8) to nearly the atmospheric pressure.

[続葉有]



IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

LU, MC, NL, PT, SE), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

露光ビームの少なくとも一部の光路上の気体をその露光ビームが透過する気体で置換する場合に、その置換を安定に、かつ少ない運転コストで行うことのできる露光方法である。露光装置のビームマッチングユニット、照明光学系、レチクルステージ系、投影光学系、又はウエハステージ系等を囲む気密ユニット(8)内の気体をガス置換ユニット(S)によって露光ビームが透過する低吸収性ガス(GA, GB)で置換する。この際に、気密ユニット(8)内の気体を吸気装置(7)によって大気圧よりも低い第1の気圧まで減圧する工程と、その気密ユニット(8)内に低吸収性ガス(GA, GB)をその第1の気圧と大気圧との間の気圧まで充填する工程とを所定回数繰り返した後、その気密ユニット(8)内に低吸収性ガス(GA, GB)をほぼ大気圧付近まで充填する。

明 細 書

露光方法及び装置

5 技術分野

本発明は、例えば半導体集積回路、撮像素子（ＣＣＤ等）、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを用いて製造する際に、マスクパターンをウエハ等の基板上に転写する工程で使用される露光方法及び装置に関し、特に露光
10 ビームとして真空紫外光（ＶＵＶ光）を用いる場合に好適なものである。

背景技術

半導体集積回路等を製造する際に使用される投影露光装置においては、回路の微細化に対応して解像度を高めるために、露光ビームとしての露
15 光光の波長が次第に短波長側にシフトしてきている。現在、露光光としてはＫｒＦエキシマレーザ（波長２４８ｎｍ）が主流となっているが、より短波長の真空紫外域のＡｒＦエキシマレーザ（波長１９３ｎｍ）も実用化段階に入りつつある。そして、更に短波長のＦ₂レーザ（波長
1 5 7 ｎｍ）や、Ａｒ₂レーザ（波長１２６ｎｍ）等の、真空紫外域中
20 でも更に波長が短い１８０ｎｍ程度以下の波長帯の露光光を使用する投影露光装置の提案も行われている。

そのように波長が１８０ｎｍ程度以下の露光光に対しては、通常の光学ガラスでは透過率が低下してしまい、屈折光学部材及び透過型のフォトマスクとしてのレチクルの基板に使用可能な光学材料は、フッ素等を
25 ドープした石英ガラス（ＳｉＯ₂）と、蛍石（ＣａＦ₂）、フッ化マグネシウム（ＭｇＦ₂）、及びフッ化リチウム（ＬｉＦ）等の結晶等とに限定さ

れる。また、真空紫外域のように波長がほぼ200nm程度以下の露光光は、酸素、水蒸気、及び炭化水素系の気体等（以下、「吸収性ガス」と呼ぶ。）による吸収も極めて大きいため、例えば酸素に関しては、光路中の平均濃度をppmオーダー程度まで抑える必要がある。そこで、真空紫外光を露光光とする場合には、露光光の光路をほぼ真空とするか、又はその光路上の酸素等の吸収性ガスを含む気体を、吸収の少ない気体で置換する必要がある。なお、露光光の光路の全体をほぼ真空とする場合には、フォトリソのライブラリや被露光基板としてのウエハの搬送ライン等は空気中にあるため、フォトリソやウエハの交換を行うための減圧室（予備室）を設ける必要がある。そのため、フォトリソやウエハの交換時間が長くなり、露光工程のスループットが低下してしまう。そこで、以下では、露光光の光路上の気体を吸収の少ない気体、即ち露光光が透過する気体で置換する場合について考える。

上記の如く露光光として、真空紫外域中でも波長が180nm程度以下の光を使用する投影露光装置においては、光路上での露光光の吸収を抑えてウエハ上で高い照度を得るために、屈折光学部材及びレチクルの基板として所定の吸収の少ない光学材料を使用すると共に、光路上の気体を吸収の少ない気体で置換する必要がある。しかしながら、例えば露光光を吸収する外気が光路上の気体に混入したり、その光路に接する鏡筒の内壁等から露光光を吸収する吸収性ガスを含む脱ガスが発生したりすることによって、その光路上の気体中の吸収性ガスの残留濃度が所定の規格値を超えると、ウエハ（被露光基板）上での露光エネルギーが著しく低下することになる。また、吸収性ガスの残留濃度の時間的変動や光路内での分布ムラによって光路内の露光光の吸収率が変動し、ウエハ上での露光エネルギーが不安定になったり、露光ショット内での照度ムラが生じる恐れもある。

また、光路のガス置換に関しては、露光光としての真空紫外光が透過する気体（窒素、希ガス等）を露光中に数時間に亘って継続的にフローする方法や、投影露光装置の光路を密閉する機構に耐圧性を持たせ、始めに光路内をほぼ真空に引いてからその気体を充填する方法が提案されている。しかしながら、前者のようにその気体を継続的にフローする方法では、長時間その気体のフローを行うことになって消費する気体の量が多くなり、運転コストが増大するという不都合がある。特にその気体としてヘリウムのように高価な気体を使用する場合には、投影露光装置の運転コストが大幅に増大する。

また、後者のように光路内をいったんほぼ真空として、そこに露光光が透過する気体を充填する方法では、真空に減圧する過程で、光学系の鏡筒等の構成材料から露光光を吸収する不純物が離脱して、それらがレンズやミラーの表面を汚染してしまうという問題がある。

なお、真空引きを行うことなくガス置換を行う場合にも、ガス置換終了後のその露光光が透過する気体が充満した状態（定常状態）において、上記構成材料の表面に吸着している不純物等の脱離は或る程度は生じる。そのため、ガス置換完了後も、光路内の気体を順次所定の割合で循環させる（置換する）ことによって、継続的に不純物を除去する必要がある。

本発明は斯かる点に鑑み、露光ビームの少なくとも一部の光路上の気体をその露光ビームが透過する気体で置換する場合に、その置換を安定に行うことができる露光方法を提供することを第1の目的とする。

更に本発明は、露光ビームの少なくとも一部の光路上の気体をその露光ビームが透過する気体で置換する場合に、少ない運転コストでその置換を行うことができる露光方法を提供することを第2の目的とする。

更に本発明は、そのような露光方法を容易に、又は効率的に実施できる露光装置及び露光装置の製造方法を提供することを第3の目的とする。

更に本発明は、その露光方法を用いて高い照明効率で、ひいては高いスループットでデバイスを製造できるデバイス製造方法を提供することを第4の目的とする。

5 発明の開示

本発明による第1の露光方法は、露光ビームで第1物体(41)を照明し、この第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体(61)を露光する露光方法において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間(BMU~WST)を密封し、この密封された空間内にその露光ビームが透過する所定の気体を第1の気圧(P1)の近傍まで充填するに際して、その密封された空間内の気体をその第1の気圧よりも低い第2の気圧(P2)の近傍まで減圧する減圧工程と、その密封された空間内にその所定の気体をその第1の気圧とその第2の気圧との間の気圧(P3)まで供給する充填工程とを交互に複数回繰り返すものである。

15 斯かる本発明によれば、その第2の気圧を高真空にすることなく、その減圧工程とその充填工程とを例えば2回以上繰り返すことによって、その空間内に例えば波長が200nm以下の光よりなる露光ビームが透過する気体を高純度で満たすことができる。この際に、その空間内は高真空状態にはならないため、その空間の壁部材等から発生する不純物を含む脱ガスの量は少なくなり、その空間内での気体の置換を安定に行うことができる。

20 この場合、その第1の気圧(P1)は一例として900hPa~1100hPa、即ちほぼ1気圧(大気圧)であり、その第2の気圧(P2)は一例として50Pa~10kPaの範囲内、即ちほぼ0.1~0.001気圧であり、その第2の気圧はそれ程高真空にする必要は無い。

次に、本発明の第2の露光方法は、露光ビームで第1物体(41)を

照明し、この第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体（61）を露光する露光方法において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間（BMU～WST）を密封し、この密封された空間をその露光ビームが透過する第1の気体で置換する第1の工程と、これに続いてその密封された空間をその第1の気体と異なるその露光ビームが透過する第2の気体で置換する第2の工程とを含むものである。

斯かる本発明によれば、その空間内の気体をその露光ビームが透過する気体で置換する際に、その第2の気体の使用量を減らすことができる。従って、一例としてその第2の気体としてその第1の気体よりも高価であるが、その第1の気体よりもその露光ビームに対する透過率が良好である気体を用いることによって、運転コストを低減できる。

次に、本発明の第1の露光装置は、露光ビームで第1物体（41）を照明し、この第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体（61）を露光する露光装置において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間（BMU～WST）を密封する気密室（2～6）と、この気密室内にその露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置（S2～S6）とを備え、その気体供給装置は、その所定の気体に含まれる酸素又は水蒸気の少なくとも一方を除去する吸光気体除去フィルタ（15）を含む不純物除去フィルタを有するものである。

この露光装置を用いて、例えば上記の露光方法によって気体の置換が行われた後の気密室内の気体を循環させることによって、その気密室内の気体を高純度の状態に維持できる。

また、本発明の第2の露光装置は、露光ビームで第1物体を照明し、この第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間（BMU～WST）を密封する気密室（2～6）と、この気密室内にそ

の露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置（S 2～S 6）と、その気密室内の空間に残留する所定の残留気体の濃度を計測する気体濃度計測装置（1 1 2）と、その気密室内の空間とその気体濃度計測装置との間の気体の通路を開閉する開閉機構（V 1 3，V 1 4）とを有するものである。

斯かる第2の露光装置によれば、その空間内の気体の交換を行うために、その空間内の気圧を低くするような場合に、その開閉機構を閉じてその気体濃度計測装置とその空間とを切り離すことによって、その気体濃度計測装置を保護することができる。従って、上記の本発明の露光方法を実施する際に気密室内の気体濃度を安定的に計測することができる。

また、本発明による第3の露光装置は、露光ビームで第1物体を照明し、この第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間（BMU～WST）を密封する気密室（2～6）と、この気密室内にその露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置（S 2～S 6）と、この気体供給装置によるその所定の気体の供給路中に設けられた開閉自在の遮断弁（V 1 2，V 1）と、その露光装置のメンテナンス時及び緊急時にその遮断弁を閉じてその気密室へのその所定の気体の供給を停止させる制御装置（1 7，1 8）とを有するものである。斯かる露光装置によれば、メンテナンス時及び緊急時にその遮断弁を閉じて、その気密室内に外気を導入して所定の作業を行った後に、再びその遮断弁を開くことによって、その気密室内に短時間でその露光ビームが透過する気体を充填することができる。従って、本発明の露光方法を効率的に実施することができる。

また、本発明の第4の露光装置は、露光ビームで第1物体を照明し、該第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光

装置において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、この気密室内にその露光ビームが透過する所定の気体を第 1 の気圧の近傍まで供給する気体供給装置とを備え、この気体供給装置は、その気密室内の気体をその第 1 の気圧よりも低い第 2 の気圧まで減圧する減圧機構と、その気密室内にその所定の気体をその第 1 の気圧とその第 2 の気圧との間の気圧まで充填する充填機構と、その減圧とその充填とを複数回繰り返すようにその減圧機構とその充填機構とを制御する制御装置とを有するものである。

また、本発明の第 5 の露光装置は、露光ビームで第 1 物体を照明し、該第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物体を露光する露光装置において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、その露光ビームが透過する第 1 の気体をその気密室内に供給する第 1 の気体供給装置と、その第 1 の気体とは種類が異なると共にその露光ビームが透過する第 2 の気体をその気密室内に供給する第 2 の気体供給装置と、その第 1 及び第 2 の気体供給装置による気体の供給量を調整する調整装置とを備えたものである。

これらの第 4 及び第 5 の露光装置によって、それぞれ本発明の第 1 及び第 2 の露光方法を実施することができる。

次に、本発明のデバイス製造方法は、本発明の露光方法、又は本発明の露光装置を用いてデバイスパターンをワークピース（61）上に転写する工程を含むものである。本発明の露光方法の使用によって露光ビームの光路の透過率が高く維持されて、そのワークピース上での露光ビームの照度（露光エネルギー）が高く維持されるため、露光工程のスループットが向上し、デバイスを高いスループットで生産できる。

次に、本発明による第 1 の露光装置の製造方法は、露光ビームで第 1 物体を照明し、この第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物

体を露光する露光装置の製造方法において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、この気密室内にその露光ビームが透過する所定の気体を供給し、この所定の気体に含まれる酸素又は水蒸気の少なくとも一方を除去する吸光気体除去フィルタを含む不純物除去フィルタを有する気体供給装置とを所定の位置関係で組み上げるものである。

また、本発明による第2の露光装置の製造方法は、露光ビームで第1物体を照明し、この第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置の製造方法において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、この気密室内にその露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置と、その気密室内の空間に残留する所定の残留気体の濃度を計測する気体濃度計測装置と、その気密室内の空間とその気体濃度計測装置との間の気体の通路を開閉する開閉機構とを所定の位置関係で組み上げるものである。

次に、本発明による第3の露光装置の製造方法は、露光ビームで第1物体を照明し、この第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置の製造方法において、その露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、この気密室内にその露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置と、この気体供給装置によるその所定の気体の供給路中に設けられた開閉自在の遮断弁と、その露光装置のメンテナンス時及び緊急時にその遮断弁を閉じてその気密室へのその所定の気体の供給を停止させる制御装置とを所定の位置関係で組み上げるものである。

また、本発明による第4の露光装置の製造方法は、露光ビームで第1物体を照明し、この第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置の製造方法において、その露光ビームの光路の少

なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、この気密室内にその露光
ビームが透過する所定の気体を第 1 の気圧の近傍まで供給し、その気密
室内の気体をその第 1 の気圧よりも低い第 2 の気圧まで減圧する減圧機
構と、その気密室内にその所定の気体をその第 1 の気圧とその第 2 の気
5 圧との間の気圧まで充填する充填機構と、その減圧とその充填とを複数
回繰り返すようにその減圧機構とその充填機構とを制御する制御装置と
を有する気体供給装置とを所定の位置関係で組み上げるものである。

また、本発明による第 5 の露光装置の製造方法は、露光ビームで第 1
物体を照明し、この第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物
10 体を露光する露光装置の製造方法において、その露光ビームの光路の少
なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、その露光ビームが透過す
る第 1 の気体をその気密室内に供給する第 1 の気体供給装置と、その第
1 の気体とは種類が異なると共にその露光ビームが透過する第 2 の気体
をその気密室内に供給する第 2 の気体供給装置と、その第 1 及び第 2 の
15 気体供給装置による気体の供給量を調整する調整装置とを所定の位置関
係で組み上げるものである。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態の一例で使用される投影露光装置を示す
20 概略構成図である。図 2 は、図 1 中の代表的なガス置換ユニット S 及び
対応する気密ユニット 8 を示す構成図である。図 3 は、図 2 中の濃度計
1 1 A（又は濃度計 1 1 B）の構成例を示す図である。図 4 は、本発明
の実施の形態において、減圧工程と低吸収性ガスの充填工程とを繰り返
す場合の気密ユニット内の気圧変化の状態を示す図である。図 5 は、本
25 発明の実施の形態における気密ユニットのガス置換動作を示すフローチ
ャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。本例は、露光ビームとして波長が200nm程度以下の光、即ちほぼ真空紫外光（VUV光）とみなすことができる光を使用する投影露光装置で露光を行う場合に本発明を適用したものである。

図1は本例の投影露光装置を示す概略構成図であり、この図1において、露光光源1として発振波長が157nmのF₂レーザ（フッ素レーザ）が使用されている。ただし、露光光源1としては、波長146nmのKr₂レーザ（クリプトンダイマーレーザ）、波長126nmのAr₂レーザ（アルゴンダイマーレーザ）、又はYAGレーザの高調波発生装置や半導体レーザの高調波発生装置などの他の真空紫外光を発生する光源を使用することができる。露光光源1から発せられた露光ビームとしての紫外レーザビームよりなる露光光ILは、ビームマッチングユニットBMU、及び照明光学系ILUを介してマスクとしてのレチクル41を照明する。レチクル41を通過した露光光ILは、投影光学系PLを介して被露光基板としてのウエハ（wafer）61上に、レチクル41のパターンの縮小像を形成する。レチクル41及びウエハ61がそれぞれ本発明の第1物体及び第2物体に対応している。以下、投影光学系PLの光軸AXに平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で図1の紙面に平行にX軸を、図1の紙面に垂直にY軸を取って説明する。

まずビームマッチングユニットBMUにおいて、露光光源1からの露光光ILは、リレーレンズ21、光路折り曲げ用のミラー22、リレーレンズ23、リレーレンズ24を経て照明光学系ILUに向かう。そして、照明光学系ILUにおいて、ビームマッチングユニットBMUからの露光光ILは、オプティカル・インテグレータ（ホモジナイザー）と

してのフライアイレンズ 3 1 に入射する。フライアイレンズ 3 1 の射出面には照明系の開口絞り (σ 絞り) 3 2 が配置されている。なお、フライアイレンズ 3 1 の代わりにロッドレンズを使用してもよい。

開口絞り 3 2 を通過した露光光 I L は、リレーレンズ 3 3、光路折り曲げ用のミラー 3 4、リレーレンズ 3 5 を経て視野絞り (レチクルブラインド) 3 6 に至り、視野絞り 3 6 を通過した露光光 I L は、コンデンサレンズ 3 7、光路折り曲げ用のミラー 3 8、及びコンデンサレンズ 3 9 を介してレチクル 4 1 を照明する。上記のビームマッチングユニット B M U、及び照明光学系 I L U は、それぞれ気密性の高い、かつ所定の耐圧性を有する箱状の第 1 の気密ユニット 2 及び第 2 の気密ユニット 3 内に外気から隔離された状態で密封されている。

また、レチクル 4 1 はレチクルステージ 4 2 上に真空吸着等によって保持され、レチクルステージ 4 2 はレチクルベース 4 3 上を X 方向に連続移動 (走査) 自在に、かつ X 方向、Y 方向、回転方向に微動できるように載置されている。レチクルステージ 4 2 の X 方向、Y 方向の位置、及び 3 軸の回りの回転角は不図示のレーザ干渉計によって計測され、この計測値及び不図示の装置全体の動作を統轄制御する主制御系からの制御情報に基づいて、不図示のレチクルステージ駆動系がレチクルステージ 4 2 の動作を制御する。レチクルステージ 4 2 及びレチクルベース 4 3 よりレチクルステージ系 R S T が構成され、レチクルステージ系 R S T は、気密性の高い隔壁よりなる箱状のレチクルステージ室 4 で外気から隔離されるように覆われている。レチクルステージ室 4 は、第 3 の気密ユニット 4 と呼ぶことができる。

そして、レチクル 4 1 を通過した露光光 I L は、レチクル 4 1 上の照明領域内のパターンを投影光学系 P L を介して投影倍率 β (β は例えば $1/4$, $1/5$, $1/6$ 等) で縮小した像をウエハ 6 1 上に露光する。

投影光学系 P L は、光軸 A X に沿ってレチクル 4 1 側から順にレンズ系 5 1, 5 2, 5 3, 5 4 を配置して構成されている。ウエハ 6 1 上にはフォトレジスト（感光材料）が塗布されており、ウエハ 6 1 は例えば半導体（シリコン等）又は S O I (silicon on insulator) 等からなる円板状の基板である。また、投影光学系 P L は、気密性が高く、かつ高い耐圧性を有する鏡筒 5 内に外気から隔離された状態で収納されており、鏡筒 5 は第 4 の気密ユニットとも呼ぶことができる。

一方、ウエハ 6 1 は、ウエハホルダ 6 2 上に真空吸着等によって保持され、ウエハホルダ 6 2 はウエハステージ 6 3 上に固定され、ウエハステージ 6 3 は不図示のウエハベース上に X 方向に連続移動（走査）自在に、かつ X 方向及び Y 方向にステップ移動自在に載置されている。ウエハステージ 6 3 の X 方向、Y 方向の位置、及び 3 軸の回りの回転角（ヨーイング量、ピッチング量、ローリング量）は不図示のレーザ干渉計によって計測され、この計測値及び不図示の主制御系からの制御情報に基づいて、不図示のウエハステージ駆動系がウエハステージ 6 3 の動作を制御する。更に、ウエハステージ 6 3 は、不図示のオートフォーカスセンサの計測値に基づいてウエハ 6 1 の表面を投影光学系 P L の像面に合焦させる。ウエハホルダ 6 2、ウエハステージ 6 3 及びウエハベース（不図示）等よりウエハステージ系 W S T が構成され、ウエハステージ系 W S T は、気密性の高い隔壁よりなる箱状のウエハステージ室 6 で外気から隔離されるように覆われている。ウエハステージ室 6 は、第 5 の気密ユニット 4 と呼ぶことができる。

露光時には、レチクル 4 1 を X 方向に一定速度 V_R で走査するのに同期して、ウエハ 6 1 上の一つのショット領域を X 方向に一定速度 $\beta \cdot V_R$ （ β は投影光学系 P L の投影倍率）で走査する動作と、次のショット領域を走査開始位置に移動するためにウエハ 6 1 をステップ移動する動

作とがステップ・アンド・スキャン方式で繰り返されて、ウエハ 6 1 上の全部のショット領域への露光が行われる。このように本例の投影露光装置は走査露光方式であるが、ステッパーのような一括露光型の投影露光装置にも本発明が適用できることは言うまでも無い。

- 5 さて、本例のように真空紫外域の光を露光光 I L とする場合には、その光路からその露光光 I L に対する吸収率の大きい（即ち、透過率の低い）物質、即ち酸素、水蒸気、及び炭化水素系の気体等の「吸収性ガス」を排除する必要がある。そこで本例の投影露光装置では、その光路上に、露光光 I L が透過する気体、即ち真空紫外域の光に対する吸収率の低い
- 10 気体（以下、「低吸収性ガス」と呼ぶ。）を供給する気体供給装置を備えている。低吸収性ガスとして本例では、いわゆる不活性ガス、即ち窒素ガス（N₂）又はヘリウム（H e）、ネオン（N e）、アルゴン（A r）、クリプトン（K r）、キセノン（X e）、若しくはラドン（R n）よりなる希ガスを使用する。更に、その低吸収性ガスとして、2 種類以上の
- 15 不活性ガスの混合気体を用いてもよい。

- ここで本例の気体供給機構につき説明する。図 1 において、本例の投影露光装置の第 1 の気密ユニット 2 の上部、及び第 2 の気密ユニット 3、レチクルステージ室 4、投影光学系 P L の鏡筒 5、及びウエハステージ室 6 は、半導体製造工場の内部の或るクリーンルーム内に設置されており、露光光源 1 及び第 1 の気密ユニット 2 の下部は例えばそのクリーン
- 20 ルームの階下の機械室に設置されている。そして、その機械室内に、真空紫外域の光が透過する第 1 の低吸収性ガス G A を発生する第 1 の気体源（不図示）と、第 1 の低吸収性ガス G A とは異なる真空紫外域の光が透過する第 2 の低吸収性ガス G B を発生する第 2 の気体源（不図示）と
- 25 が設置されている。そして、第 1 の低吸収性ガス G A 及び第 2 の低吸収性ガス G B はそれぞれ第 1 の配管 9 A 及び第 2 の配管 9 B を介して、ガ

ス置換ユニットS 2, S 3, S 4, S 5, S 6に供給されている。ガス置換ユニットS 2, S 3, S 4, S 5及びS 6は、それぞれ給気管S i n及び排気管S e n (n=2~6)を介してビームマッチングユニットBMUを囲む第1の気密ユニット2、照明光学系ILUを囲む第2の気密ユニット3、レチクルステージ系RSTを囲むレチクルステージ室4、投影光学系PLを囲む鏡筒5、及びウエハステージ系WSTを囲むウエハステージ室6に接続され、ガス置換ユニットS 2~S 6はそれぞれ対応する気密ユニット(気密ユニット2~ウエハステージ室6)内の気体の置換を行う。

10 本例では一例として、その第1の低吸収性ガスGAとしては、窒素ガスを使用し、その第2の低吸収性ガスGBとしては、ヘリウム、又はネオンの希ガスを使用する。この場合、上記の各気体の屈折率(D線に関する値)はそれぞれ次のようになる。

窒素(N₂) : 1. 000297

15 ネオン(Ne) : 1. 000067

ヘリウム(He) : 1. 000035

また、上記の各気体の0℃における熱伝導率はそれぞれ次のようになる。

窒素 : 2. 40

20 ネオン : 4. 65

ヘリウム : 14. 22

以上から分かるように、第2の低吸収性ガスGB(希ガス)は、第1の低吸収性ガスGA(窒素)に比べて屈折率が小さく、気圧変動等に対する屈折率の変動量も小さいため、投影光学系PLの結像特性等が安定する利点がある。更に第2の低吸収性ガスGBは、第1の低吸収性ガスGAに比べて熱伝導率が良好で放熱効果が良好であるため、内部の光学

部材等の温度の安定性にも優れている。しかしながら、第2の低吸収性ガスGBは現状では第1の低吸収性ガスGAに比べて高価であるため、露光装置の運転コストを低減するためには第2の低吸収性ガスGBの消費量を低減することが望ましい。そこで、第1の運用方法として、例えば第1の気密ユニット2、第2の気密ユニット3、レチクルステージ室4、及びウエハステージ室6のように内部の空間の体積が大きいが、結像特性にはあまり影響しない部分には安価な第1の低吸収性ガスGAを主に供給し、投影光学系PLの鏡筒5の内部のように内部の空間の体積はあまり大きくないが、高い結像特性を維持する必要のある部分には高性能の第2の低吸収性ガスGBを主に供給するようにしてもよい。これによって、運転コストを抑えて高い結像特性が得られる。

また、第2の運用方法として、例えば気密ユニット2、3、レチクルステージ室4、投影光学系PLの鏡筒5、及びウエハステージ室6の全部、又は何れかにおいて、最初に内部の気体を安価な第1の低吸収性ガスGAでほぼ置換した後、高性能の第2の低吸収性ガスGBで置換するようにしてもよい。この場合、第1の低吸収性ガスGAが或る程度残留しても、露光光ILの透過率には殆ど影響しないため、第2の低吸収性ガスGAの置換はそれ程厳密に行う必要は無い。これによって、最初から第2の低吸収性ガスGBで置換を行う場合に比べて、第2の低吸収性ガスGBの使用量を減らすことができ、運転コストを抑えて高い結像特性が得られる。

更に、第3の運用方法として、例えば気密ユニット2、3、レチクルステージ室4、投影光学系PLの鏡筒5、及びウエハステージ室6の全部、又は何れかにおいて、安価な第1の低吸収性ガスGAと高性能の第2の低吸収性ガスGBとを所定の割合で混合した気体で置換するようにしてもよい。この方法でも、第2の低吸収性ガスGBの消費量を抑えて

比較的高い結像性能等を得ることができる。

また、ガス置換ユニット S 2 ～ S 6 には、排気用の配管 9 C 1 又は 9 C 2 を介して真空ポンプ等を含む吸気装置 7 が接続され、吸気装置 7 によってガス置換ユニット S 2 ～ S 6 からの吸収性ガス等を含む気体を排気できるように構成されている。また、吸気装置 7 によって排気された気体 G C は、配管 9 D を介して本例の投影露光装置が設置されている半導体工場内の排気用配管（不図示）等に排気され、塵や化学物質等の除去が行われる。なお、低吸収性ガスを有効利用するために、吸気装置 7 によって排気された気体 G C から高純度の低吸収性ガスを分離し、このように分離された低吸収性ガスを再び配管 9 A, 9 B に戻して再利用するようにしてもよい。特に、再利用される低吸収性ガスをレチクルステージ室 4 及びウエハステージ室 6 に供給し、気密ユニット 2, 3 及び投影光学系 P L の鏡筒 5 には上記の第 1 又は第 2 の気体源から供給された高純度の低吸収性ガスを供給するようにしてもよい。これによって、運転コストを更に低くして露光光の強度を高く維持できる。

続いて図 2 を参照して、各ガス置換ユニット S 2 ～ S 6 の詳細な構成及び動作について説明する。各ガス置換ユニット S 2 ～ S 6 の構成は、気体の流量等を除けば互いに同一であるため、それらの内から任意に選択された一つのガス置換ユニット S (S 2 ～ S 6 の何れか) につき説明する。また、ガス置換ユニット S によってガス置換が行われる気密ユニット（気密ユニット 2 ～ ウエハステージ室 6 の何れか）を気密ユニット 8 とする。

図 2 はガス置換ユニット S 及び対応する気密ユニット 8 を示し、この図 2 において、投影露光装置の露光光の光路の一部を含む気密ユニット 8 とガス置換ユニット S とは、例えば特殊なステンレススチール製の給気管 S i 及び排気管 S e を介して接続されている。気密ユニット 8 は、

前述の通り気密構造を有し、給気管 S i より供給される低吸収性ガスはそのほぼ全てが排気管 S e より排気される。給気管 S i 及び排気管 S e の途中には、それぞれ開閉自在のバルブ V 1 2 及び V 1 が設置されている。

5 先ず始めに、気密ユニット 8 内のガス置換を行う際の基本的な動作について説明しながら、ガス置換ユニット S の構成につき説明する。

即ち、不図示の気体源から配管 9 A, 9 B に供給された低吸収性ガス G A, G B は、それぞれ開閉自在のバルブ V 9, V 1 0 を経て共通の開閉自在のバルブ V 1 1 を経て温度コントローラ 1 6 の流入口に至る。バルブ V 1 1 を開いてバルブ V 9, V 1 0 の開閉制御を行うことによって、
10 低吸収性ガス G A、低吸収性ガス G B、又はこれらの混合気体の何れかを温度コントローラ 1 6 に供給することができる。また、バルブ V 1 1 を閉じることで、配管 9 A, 9 B からの低吸収性ガス G A, G B の供給を停止することもできる。温度コントローラ 1 6 の流入口には別の開閉自在のバルブ V 7 が装着された配管も接続されている。このとき、バルブ V 7 が閉じられて、バルブ V 1 2, V 1 1 が開かれて、温度コントローラ 1 6 にて所定温度に温度制御された低吸収性ガスは、流出口及び給気管 S i を経て気密ユニット 8 内に供給される。
15

始めに気密ユニット 8 内に空気が残存している場合には、気密ユニット 8 内への上記低吸収性ガスの流入に伴って、気密ユニット 8 中の空気は押し出されて、排気管 S e を経て残留ガス用の濃度計 1 1 A の流入口に排気される。濃度計 1 1 A の流出口には開閉自在のバルブ V 2 及び V 3 が装着された配管が接続され、バルブ V 2 が装着された配管は送風ポンプ 1 2 に接続され、バルブ V 3 が装着された配管は排気用の配管 9 C
20 (図 1 の配管 9 C 1, 9 C 2 に対応する) を介して吸気装置 7 に接続されている。また、送風ポンプ 1 2 は、防塵フィルタ 1 3、ケミカルフィ
25

ルタ 14、吸収性ガス除去フィルタ 15、及び残留ガス用の濃度計 11B を介して開閉自在のバルブ V8 が装着された配管、及びバルブ V7 が装着された配管に接続され、バルブ V8 が装着された配管は排気用の配管 9C を介して吸気装置 7 に接続されている。更に、送風ポンプ 12 の
5 流入口には、開閉自在のバルブ V4 が装着された配管も接続され、この配管はそれぞれ開閉自在のバルブ V5 及び V6 を介して配管 9A 及び 9B に接続されている。

濃度計 11A、11B はそれぞれ例えば酸素濃度計と水蒸気の濃度計としての湿度計（又は露点計も使用できる）とを組み合わせたセンサであり、濃度計 11A、11B はそれぞれ内部を通過する気体中の吸収性
10 ガス（ここでは例えば酸素及び水蒸気）の濃度を計測し、計測結果をマイクロコンピュータよりなる制御装置 17 に供給する。ただし、本例では、第 1 の低吸収性ガス GA で置換を行った後に、第 2 の低吸収性ガス GB で置換を行うため、濃度計 11A、11B には第 1 の低吸収性ガス
15 GA（窒素ガス）の濃度センサも組み込まれている。制御装置 17 は、吸収性ガス及び第 1 の低吸収性ガス GA の濃度の計測値及び主制御系 18 からの制御情報に基づいてバルブ V1～V12 の開閉の制御を行う。

本例では、装置を組み立てた後、又は装置の稼働前に、気密ユニット 8 内の残留空気の押し出しを行うための基本的な動作として、バルブ V
20 2 を閉じ、バルブ V3 を開けて、濃度計 11A を通過して排気された気密ユニット 8 内の残留空気を、配管 9C を介して吸気装置 7 によって排気する。上記ガス供給を数分から数時間継続することで、気密ユニット 8 内の残留空気、特に真空紫外光に対して強い吸収性を有する酸素や水蒸気の残留濃度を、ppm オーダーに低下させることができる。

ところで、気密ユニット 8 内を置換する低吸収性ガスの種類としては、
25 光路を光学的に安定化させる目的で、屈折率の圧力変化特性、及び温度

変化特性の小さな気体が好ましく、また、及び光学系（レンズ、ミラー）の冷却効果の点で、熱伝導率の大きい低分子量の気体が好ましい。そして、この両方の要求を満たす気体として、最も好ましい気体はヘリウムであり、ネオン、アルゴン等の他の希ガスも適している。しかしながら、
5 ヘリウム等の希ガスは高価であるため、上記のような継続的フローにより大量の気体を消費することは、運転コストが上昇するために好ましくない。

そこで本例では、始めに価格の安い第1の低吸収性ガスGA（窒素ガス）によるガス供給を行い、気密ユニット8内の吸収性ガスを殆ど排気した後に、高性能な第2の低吸収性ガスGB（希ガス、望ましくはヘリウム）での供給に切り替えて、気密ユニット8内に希ガスを充填する方式を採用する。この場合、窒素は露光光に対する吸収性が小さいので、希ガスでの置換後に、窒素が数%のオーダーで残存していても、露光光束に悪影響を与えることはない。したがって、希ガスでの置換に必要な
10 高価な希ガスの使用量を大幅に節約することが可能となり、運用上での気体のコストを大幅に削減することが可能となる。

具体的な方法としては、まず、図5のステップ201において、図2中のバルブV9、V11、V12、V1、V3を開け、バルブV10、V7、V2を閉めて、気密ユニット8内に第1の低吸収性ガスGAを供給する。そして、ステップ202において、濃度計11Aで計測される酸素、水蒸気等の吸収性ガスの濃度が所定値DA1（例えば5 ppm）以下となった段階で、ステップ203に移行して、バルブV9を閉め、バルブV10を開けて、気密ユニット8内に供給する気体を第2の低吸収性ガスGB（希ガス）に切り換える。そして、ステップ204で計測
20 される第1の低吸収性ガスGAの残留濃度が許容値DA2（例えば数%）以下になるまで、その第2の低吸収性ガスGBの供給を継続する。これ

によって、気密ユニット 8 内の気体は、高濃度の第 2 の低吸収性ガス G B によって置換され、気密ユニット 8 内の光路を通過する露光光の透過率が高く維持される。この状態でステップ 205 で露光が行われる。

5 なお、第 2 の低吸収性ガス G B の供給後の第 1 の低吸収性ガス G A の
残留濃度に関しては、数 % の残留があっても特に不都合は無いため、供給時間だけの管理によって第 2 の低吸収性ガス G B の供給を終了することも可能である。このように供給時間だけの管理を行う場合には、濃度計 11 A, 11 B に第 1 の低吸収性ガス G A の濃度の計測機能を持たせる必要が無いため、装置構成が簡素化される。

10 ところで、上記のガス供給によるガス置換では、吸収性ガスの残留濃度を十分に低下させるために長時間を必要とする場合もある。これを解決するには、ガス置換に際し、始めに気密ユニット 8 の内部を真空に引き、そこへ低吸収性ガス G A, G B を充填する方法もある。勿論この場合には、各気密ユニット（気密ユニット 2, 3、レチクルステージ室 4、
15 投影光学系 P L の鏡筒 5、ウエハステージ室 6）が、内部の真空と外部のほぼ大気圧との差圧に耐えられるような、強固な構造である必要がある。

20 このように、真空に引いてからガス置換を行う方法は、所要時間が短く、必要な低吸収性ガスの量も少なく済むというメリットがあるが、気密ユニット 8 内を真空に引く過程で、気密ユニット 8 内の各種構成物から不純物を含む脱ガスが生じ、発生した不純物がレンズ、ミラー等の光学部材の表面に付着して光学部材の表面に曇り物質が形成され、露光光の透過率を低下させてしまう恐れがある。

25 そこで本例では、ガス置換を短時間に行うための動作として、その最初の減圧での気密ユニット 8 内の気圧を、各種構成物からの脱ガスが生じない程度の低真空にとどめ、光学部材の汚染を防止する方法を採用す

る。

具体的に、減圧を開始する前の気密ユニット 8 内の気圧を P_1 (P_1 はほぼ 1 気圧、即ち P_1 は $900 \text{ hPa} \sim 1100 \text{ hPa}$ 程度である) として、図 5 のステップ 211 において気密ユニット 8 内を所定の気圧 P_2 (P_2 は P_1 より低い) まで減圧するために、図 2 のバルブ V_7 , V_{11} , V_2 を閉じ、バルブ V_{12} , V_1 , V_3 を開けて、排気用の配管 9C の延長上の吸気装置 7 を作動させる。この際に、吸気能力を向上し、吸気装置 7 内の吸気機構からの発油等を抑制するために、配管 9C 上のバルブ V_3 の近傍に真空ポンプ (ドライポンプ) を更に設置して、この真空ポンプを用いて減圧を行っても良い。また、気密ユニット 8 内の気圧を計測する圧力計 19 を、バルブ V_{12} から気密ユニット 8 までの配管内、気密ユニット 8 からバルブ V_1 までの配管内、又は気密ユニット 8 の内部の任意の箇所に設置しておき、圧力計 19 で計測される気圧を制御装置 17 に供給する。制御装置 17 は、その気圧の計測値に基づいて減圧及び加圧の制御を行う。

本例では、図 4 の実線の折れ線で示すように、気密ユニット 8 内の気圧を変化させる。図 4 において、横軸は経過時間 t 、縦軸は気密ユニット 8 内の気圧 P を示している。そして、ステップ 211 での減圧は、図 4 の時点 t_0 で開始されて、時点 t_1 で気密ユニット 8 内の気圧 P が所定の気圧 P_2 に達するまで行われる。その後、図 2 のバルブ V_3 を閉じ、減圧が停止される。その所定の気圧 P_2 とは、各種構成物からの脱ガスが生じない程度の低真空の気圧であり、数値としては、 50 Pa から 10 kPa 程度である。

次に、図 5 のステップ 212 に移行して、図 4 の時点 t_2 において、図 2 のバルブ V_3 を閉じて、バルブ V_{10} (又は V_9) 及びバルブ V_{11} 開き、気密ユニット 8 内に低吸収性ガス GB (又は GA) を供給し、

気密ユニット 8 内にその低吸収性ガスを気圧 P 2 より高い気圧 P 3 まで充填する。気圧 P 3 は気圧 P 1 より低い気圧である。時点 t 3 で気密ユニット 8 の内部が気圧 P 3 となつてから、バルブ V 1 0 (又は V 9) 及びバルブ V 1 1 を閉じ、吸収性ガスの充填を終了。それに続くステップ 2 1 3 において、ステップ 2 1 1, 2 1 2 を所定回数である m 回 (m は 2 以上の整数で、本例では $m=3$) 繰り返したかどうかを判定し、m 回に達していない場合にはステップ 2 1 1 に戻って、時点 t 4 において、再度バルブ V 3 を開けて、気密ユニット 8 の内部を気圧 P 2 まで減圧する (時点 t 5)。その後ステップ 2 1 2 で時点 t 6 から t 7 までに気密ユニット 8 の内部に低吸収性ガスを気圧 P 3 まで充填する。

その後、本例ではステップ 2 1 1, 2 1 2 を時点 t 8 から t 1 0 を超える時点まで繰り返して実行した後、ステップ 2 1 4 に移行して、最終的に気密ユニット 8 内に低吸収性ガス GB (又は GA) を、最初の気圧 P 1 になるまで充填する。この結果、時点 t 1 1 で気密ユニット 8 内が気圧 P 1 となつてガス置換が完了する。その後、ステップ 2 1 5 で露光が行われる。その最終的に露光が行われる際の気圧 P 1 は、通常は大気圧 (ほぼ 1 気圧) とすることが望ましいが、真空紫外域でも F₂ レーザより短波長の光を露光光として使用する際には、ガスによる吸収を避けるために、大気圧よりも低めの気圧に設定することが望ましい。

本方式では、気密ユニット 8 の内部を、高真空までは減圧しないため、内部構造物からの脱ガスの発生を防止できる。一方、低真空 (気圧 P 2) までの減圧では、気密ユニット 8 の内部に吸収性ガスが残存してしまうが、本例ではその気圧 P 2 までの減圧と、それより高い気圧 P 3 までの低吸収性ガスの充填とを m 回繰り返すことにより、その吸収性ガスの残留濃度を、気圧比 ($=P 2 / P 3$) の m 乗 (繰り返し回数のべき乗) で低減させることができる。

ところで、上記の実施の形態では、図 2 において残留ガス用の濃度計 1 1 A, 1 1 B が使用され、濃度計 1 1 A, 1 1 B 内には酸素濃度計、水蒸気濃度計等のセンサ部が含まれている。そのセンサ部には、その構造上、減圧に耐えられないものも存在する。例えば、ポーラログラフ式酸素濃度計、及びジルコニア式酸素濃度計等は、減圧に耐えられない構造である。そこで、図 5 のステップ 2 1 1 ~ 2 1 4 のように減圧過程を経てガス置換を行う動作を実行する場合で、かつ減圧に耐えられないセンサ部を備えている場合には、ガス流路の主幹流路からバルブ等で分離可能な位置に濃度計 1 1 A のセンサ部を設置する必要がある。

図 3 はこのような設置方法を示す図であり、この図 3 の残留ガス用の濃度計 1 1 A において、そこに流入する気体用の配管 1 1 3 と流出する気体用の配管 1 1 6 との間に、制御装置 1 7 の制御のもとで動作する 2 個の切り替え式バルブ V 1 3, V 1 4 が設けられ、両バルブ V 1 3, V 1 4 の間の一方の配管を、主幹流路 1 1 4 として、他方の配管を副流路 1 1 5 とするものである。そして、酸素濃度計、水蒸気濃度計、及び窒素濃度計を含む残留ガスのセンサ部 1 1 2 は、この副流路 1 1 5 上に設置する。

この構成において、ガス置換に際して減圧を行う場合には、切り替え式バルブ V 1 3, V 1 4 により、主幹流路 1 1 4 を流入用の配管 1 1 3 と流出用の配管 1 1 6 とに連通させて、副流路 1 1 5 と流入用の配管 1 1 3 及び流出用の配管 1 1 6 との間を遮断する。即ち、副流路 1 1 5 を主幹流路 1 1 4 から分離して、残留ガスのセンサ部 1 1 2 が減圧されることを避ける。そして、ガス置換終了後には、切り替え式バルブ V 1 3, V 1 4 により、副流路 1 1 5 を流入用の配管 1 1 3 と流出用の配管 1 1 6 とに連通させて、図 2 の気密ユニット 8 から流れ込む気体中の残留ガス（吸収性ガス）の濃度を計測する。

なお、残留ガスのセンサ部 1 1 2 の種類によっては、高濃度の残留ガスにさらした場合、破損（例えば黄リン発光式の酸素センサ）又は感度劣化（例えばポーラログラフ式酸素濃度計、ジルコニア式酸素濃度計）が生じる物もある。そこで、減圧過程を経ない方式、即ちガス供給のみ
5 によるガス置換を行う装置でも、残留ガスの濃度計 1 1 A の構成は、図 3 に示す例のように、残留ガスのセンサ部 1 1 2 を主幹流路 1 1 4 から分離可能としておくことが望ましい。これにより、ガス置換の初期に高濃度の残留ガスが残留ガスのセンサ部 1 1 2 に流れ込むことによる、破損又は感度劣化を防止できる。また、残留ガスのセンサ部 1 1 2 の副流
10 路 1 1 5 のみを別途ガス供給により置換できる構造としておくとなお良い。

なお、前述のように、露光光の光路内に充填する気体としては、ヘリウムを始めとする希ガスが最適ではあるが、高価であることから、ガス置換が必要な露光装置内の各気密ユニット（気密ユニット 2、3、レチ
15 クルステージ室 4、投影光学系 P L の鏡筒 5、ウエハステージ室 6）のうち、性能に特に影響を与える気密ユニットについてのみヘリウム等の希ガスでの置換を行い、あまり影響を与えないユニットについては安価な窒素での置換を行うこともできる。例えば、投影光学系 P L の鏡筒 5 内は、圧力の揺らぎや温度変動に伴うガスの屈折率変化、露光光の吸収
20 に伴うレンズ部材の温度上昇が結像性能に与える影響が大きいので、ヘリウムでの置換を行うが、ビームマッチングユニット B M U を囲む気密ユニット 2、及び照明光学系 I L U を囲む気密ユニット 3 についてはこれらの影響に鈍感であるので、窒素で置換をするとしても良い。

また、レチクルステージ室 4、ウエハステージ室 6 に関しては、結像
25 光路の光路長が短く揺らぎの影響を受けにくいので、置換ガスを窒素としても良い。ただし、不図示の位置計測用の干渉計の計測結果への圧力

の揺らぎ、及び温度の揺らぎの悪影響を避けるためにヘリウム等の希ガスで置換をする方が好ましい。

また、上記の実施の形態では、第1の低吸収性ガスGAとして窒素を使用し、第2の低吸収性ガスGBとして希ガスを使用しているが、第1
5 の低吸収性ガスGAとして希ガス中でも比較的屈折率が大きく熱伝導率の低い気体であるアルゴン等を使用して、第2の低吸収性ガスGBとしてそれ以外の希ガス（ヘリウムやネオン等）を使用するようにしてもよい。

以上の過程により、気密ユニット8内の吸収性ガスの濃度が、所定値
10 以下に到達すると、露光光の透過率が向上且つ安定し、露光装置は露光動作に入ることができる。

ただし、気密ユニット8内の構造物表面（金属表面やレンズ、ミラーの表面、電気部品用基板等）からは、真空引きを行う際に比べれば極く僅かではあるが、継続的に不純物ガスが発生（脱離）し、気密ユニット
15 8内の光路上の気体を汚染し、露光光の透過率を低下させていく。

そこで、これらの不純物を継続的に除去するために、光路上の気体の不純物を除去しつつ循環させる必要がある。このガス純度維持のためのガス供給にも、上記のように配管9A、9Bから供給されるガスを使用し続けても良いが、それでは大量のガスを消費するために、運転コスト
20 が上昇する。そこで、以下の実施の形態では、気密ユニット8内の気体をガス純度を維持しながら循環させる機構につき説明する。

図2中のガス流路のうち、バルブV2から送風ポンプ12を経てバルブV7までの機構は、このガス循環に使用する機構であり、以下詳細に説明する。

25 気密ユニット8内の吸収性ガスの濃度が、所定値以下に到達した後は、バルブV9、V10、V11、V3、V4、V5、V6、V8を閉じ、

バルブV 2, V 7を開けて、気密ユニット8の内部の気体の循環を開始する。気密ユニット8から排気された気体は、残留ガスの濃度計1 1 A、バルブV 2を経て送風ポンプ1 2により加圧され、H E P Aフィルタ (high efficiency particulate air-filter)、又はU L P Aフィルタ (ultra low penetration air-filter) 等の防塵フィルタ1 3で塵等が
5 除去された後、セラミックスや酸化金属粉末等からなる有機物除去フィルタ、及びアンモニア除去フィルタ等の化学物質除去用のケミカルフィルタ1 4により純化される。そして、ケミカルフィルタ1 4を通過した気体は、金属粉末等からなる酸素除去フィルタ及び水蒸気除去フィルタ
10 を含む吸収性ガス除去フィルタ1 5にて酸素、及び水蒸気がそれぞれp p mオーダーまで除去された後、残留ガスの濃度計1 1 Bで残留ガスの濃度がチェックされる。濃度計1 1 Bを通過した気体は、バルブV 7を経て、温度コントローラ1 6で温度制御された後、バルブV 1 2を経て気密ユニット8に給気される。防塵フィルタ1 3から吸収性ガス除去フ
15 イルタ1 5までが本発明の不純物除去フィルタに対応する。

本例では、気体を加圧する送風ポンプ1 2からは発油の恐れが有るので、その配置は有機物除去フィルタを含むケミカルフィルタ1 4よりも上流に配置している。また、ケミカルフィルタ1 4 (有機物除去フィルタ) は酸素等を発生する恐れが有るので、吸収性ガス除去フィルタ1 5
20 よりも上流に設置している。

以上のガス循環は、必ずしもすべての気体を1 0 0 %循環させる必要がある訳ではなく、循環する気体から或る程度の量の気体を排気管9 Cに排気し、その分のガスを配管9 A, 9 Bより補給することもできる。

なお、このようなガス循環機構 (バルブV 2から送風ポンプ1 2を経てバルブV 7までの機構) も内部に多量の気体を有し、また、各種フィルタ内にも、多量の気体が残存するので、気密ユニット8のガス置換の

完了と同時に、気密ユニット 8 にガス循環機構を接続し、内気循環を行うためには、予め、ガス循環機構内の気体についても低吸収性ガスで置換を行っておく必要がある。

バルブ V 5, V 6 につながる配管 9 A, 9 B、及びバルブ V 8 が装着された排気用の配管（配管 9 C に接続されている）はそのガス循環機構内の気体を置換するための設備である。ただし、ガス循環機構内のガス置換の方法に関しては、バルブ V 5, V 6, V 4, V 8, V 7 を、それぞれバルブ V 9, V 10, V 11, V 3, V 2 に対応させて見ると、上記で説明した気密ユニット 8 内のガス置換と同様の各種の方法で行うことができるので、詳細な説明は省略する。

また、残留ガスの濃度計 11 B の構造も図 3 に示した残留ガスの濃度計 11 A と同様にすることが望ましい。

以上のガス置換は、投影露光装置の半導体製造工場等での組立調整完了時のみに必要なだけでなく、例えば稼働中の投影露光装置のメンテナンス後の復旧に際しても必要である。特にウエハステージ室 6 内や、レチクルステージ室 4 内は、メンテナンスの必要頻度が高く、メンテナンス後の早期復旧は、装置の稼働率を高めるために極めて重要である。

そこで、本例では、メンテナンスのために各気密ユニット（気密ユニット 2, 3 ~ ウエハステージ室 6）のガス置換を中断する際に、外気（空気）が侵入する空間を可能な限り限定し、メンテナンス後の復帰（再ガス置換）が短時間で済む構成とした。

即ち、図 2 において、気密ユニット 8 の内部の装置（図 1 のビームマッチングユニット BMU ~ ウエハステージ系 WST）のメンテナンスを行う際には、ガス置換ユニット S と気密ユニット 8 とを接続する給気管 S_i 及び排気管 S_e 中のバルブ V₁₂, V₁ を閉じ、メンテナンス時に気密ユニット 8 内に流れ込む空気が、ガス置換ユニット S 内には流入し

ないようにする。そしてメンテナンス終了時には、前述のガス置換と同様の方法で、気密ユニット 8 をガス置換する。これにより、空気がガス置換ユニット S（ガス循環機構）内まで流入することを防止できるので、復帰に要する時間が短縮される。

- 5 また、ガス循環機構側をメンテナンスする必要も生じるが、この場合にも、メンテナンス時にバルブ V 2，V 7 等を閉じて、混入する空気の気密ユニット 8 中への侵入を防ぐことで、復帰に要する時間の短縮が図れる。

- 10 また、ガス循環機構内の送風ポンプ 1 2 や各種フィルタ 1 3，1 4，1 5 間にバルブや低吸収性ガスの給気及び排気用の配管を設置し、それぞれの部分を独立してガス置換可能な構成としておいてもよい。これによって、メンテナンス、又は部品交換時の復帰時間を一層短縮することも可能である。

- 15 次に、投影露光装置が設置される工場内で、電源供給が遮断された場合、低吸収性ガスの供給が停止された場合、低吸収性ガスの純度が低下した場合、又は地震等の災害が発生した場合には、上記ガスの循環を継続することにより、かえって装置内の低吸収性ガスの純度を低下させてしまう恐れがある。

- 20 そこで、これらの緊急事態の発生に同期して、バルブ V 1 2，V 1，V 2，V 4，V 7，V 8 等を閉め、内部の気体を各部内に封止することが望ましい。具体的には、不図示の電源モニタ、配管 9 A，9 B に設置した圧力計、流量計及び不純物濃度計、工場内の火災警報機、地震計等に連動して、各バルブを閉じる機構を設けるとよい。

- 25 なお、以上の実施の形態で述べたバルブの開閉は、全て露光装置の制御装置 1 7 からの指令に基づいて、自動で行われるものであり、各バルブの動作シーケンスも主制御系 1 8 のプログラムによるものであること

は言うまでもない。

また、上記の実施の形態の露光装置では、光路を含む空間内の気体を、酸素等の吸収性ガスの残留濃度が数 p p m 以下程度となるように、低吸収性ガスで置換する必要があるため、使用する低吸収性ガスに含まれる

5 酸素等の吸収性ガスの濃度は、1 p p m 以下程度には収められている必要がある。したがって、露光装置が設置される工場で、工場配管により供給される低吸収性ガスがこの条件を満たしていない場合には、工場配管と供給用の配管 9 A、9 B との間に酸素除去フィルタ、水蒸気除去フィルタ等のガス純化器を設置する必要がある。

10 また、上記の実施の形態において、例えば気密ユニット 8 の内部の構造材料の表面積が大きいほど、付着している吸光物質の分子数は多くなるので、その表面積が小さくなるように光路空間は微細な構造を持たないように設計するのがよい。また、同様の理由から、機械研磨、電解研磨、バフ研磨、化学研磨、又は G B B (Glass Bead Blasting) といった方法によって研磨し、構造材料の表面粗さを低減しておくのが好ましい。

15 これらの処理を施した上で、超音波洗浄、クリーンドライエア等の流体の吹き付け、真空加熱脱ガス（ベーキング）などの手法によって、回路パターンの露光前に構造材料表面を洗浄にしておき、構造材料表面からの脱ガス量を低減しておくような工夫をしておくといよい。

20 また、光路空間中に存在する電線被覆物質やシール材（Ｏリング等）、接着剤等から、炭化水素、ハロゲン化物等の吸光物質が放出されることも知られている。上記の実施の形態においては、炭化水素やハロゲン化物を含む電線被覆物質やシール材（Ｏリング等）、接着剤等を光路空間中に可能な限り設置しない、又は放出ガスの少ない素材を利用する、な

25 どの対処を行い、根本的に吸光物質の発生量を抑制しておけば、その水分子に対する処理と同様に、本発明の効果がより一層得られることにな

る。

また、図 1 において気密ユニット 2 からウエハステージ室 6 を構成する筐体（筒状体等も可）や、ヘリウムガス等を供給する配管は、不純物ガス（脱ガス）の少ない材料、例えばステンレス鋼（更にこの内部を酸化して酸化クロム等を形成しておいてもよい）、四フッ化エチレン、テ
5 トラフルオロエチレンーテルフルオロ（アルキルビニルエーテル）、又はテトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロペン共重合体等の各種ポリマーで形成することが望ましい。

更に、各筐体内の駆動機構（レチクルブラインドやステージ等）など
10 に電力を供給するケーブルなども、同様に上述した不純物ガス（脱ガス）の少ない材料で被覆することが望ましい。

また、上記の実施の形態において、図 1 の照明光学系 I L U を構成する複数の光学素子、又は投影光学系 P L を構成する複数の光学素子の間の空間をそれぞれ密封されたレンズ室（気密室に対応する）として、こ
15 れらのレンズ室毎にガス置換ユニットからの給気管 S i 及び排気管 S e を設けて、レンズ室毎に独立に低吸収性ガスによる置換を行うようにしてもよい。

更に、図 1 の照明光学系 I L U を囲む気密ユニット 3、レチクルステージ室 4、投影光学系 P L の鏡筒 5 の内部の空間、及び投影光学系 P L とウエハ 6 1 との間の空間（ウエハステージ室 6）においては、吸光物質の濃度管理を互いに異なる許容濃度で行ってもよい。その際、レチクルステージ室 4 やウエハステージ室 6 ではステージ等の可動機構を備えているため、レチクルステージ室 4 やウエハステージ室 6 では、気密ユニット 3 及び投影光学系 P L の内部における許容濃度よりも高い許容濃度で吸光物質の管理を行うようにしてもよい。
25

また、レチクルステージ室 4 やウエハステージ室 6 にはステージの位

置計測を行うためのレーザ干渉計が設けられている。この場合、そのレーザ干渉計の計測用の光ビームの光路中で、低吸収性ガスの濃度が変化すると、光路の揺らぎの要因となる可能性がある。そこで、その光路中に低吸収性ガスの濃度センサを配置し、この計測値に基づいてその光路近傍の低吸収性ガスの濃度管理を行うことが望ましい。

なお、本発明は投影露光装置のみならず、プロキシミティ方式の露光装置やコンタクト方式の露光装置等にも適用できることは明らかである。

また、上記の実施の形態では、投影光学系 P L として屈折系が使用されているが、投影光学系 P L としては、反射系又は反射屈折系を使用してもよい。特に、投影光学系 P L として、本件出願人による日本国特願平 10-370143 号に開示されているように、屈折系とそれぞれ光軸近傍に開口を有する 2 枚の反射鏡とを含む反射屈折系を使用した場合には、屈折系と同様に直筒型に構成できるため、その内部の低吸収性ガスによる置換を効率的に行うことができる。また、投影光学系の倍率は縮小系のみならず等倍及び拡大系のいずれでもよい。

また、上記の実施の形態の投影露光装置は、照明光学系や投影光学系の調整を行うと共に、各構成要素を、電氣的、機械的又は光学的に連結して組み上げられる。更に、図 1 において、ビームマッチングユニット B M U、照明光学系 I L U、レチクルステージ系 R S T、及びウエハステージ系 W S T をそれぞれ囲むように気密ユニット 2、気密ユニット 3、レチクルステージ室 4、及びウエハステージ室 6 を組み立て、投影光学系 P L の鏡筒 5 の内部を気密化する。これと並行して、ガス置換ユニット S 2 ~ S 6 等を組み立てた後、ガス置換ユニット S 2 ~ S 6 と対応する気密ユニットとの間に給気管 S i n (n = 2 ~ 6) 及び排気管 S e n を接続し、ガス置換ユニット S 2 ~ S 6 に配管 9 A, 9 B, 9 C 1, 9 C 2 を接続することによって、吸光物質を含む気体を低吸収性ガスで置

換するためのシステムが組み上げられる。この場合の作業は温度管理が行われたクリーンルーム内で行うことが望ましい。

5 なお、本発明における密封された空間とは、内部空間と外部空間との間で気体の流通が無い状態、又は内部空間と外部空間との間で気体の流通があるが、外部空間から内部空間への気体の流入が抑制され、外部空間に内部空間から気体が流出するように、内部空間の圧力が外部空間の圧力より高く設定されている状態を示す。

10 そして、上記のように露光が行われたウエハが、現像工程、パターン形成工程、ボンディング工程、パッケージング工程等を経ることによって、半導体素子等のデバイスが製造される。更に、本発明は半導体デバイスのみならず、液晶表示素子やプラズマディスプレイ等の表示素子、更には薄膜磁気ヘッド等を製造する場合にも適用することができる。

15 また、半導体素子等を製造するデバイス製造用の露光装置で使用するレチクル又はマスクを、例えば遠紫外光（D U V 光）若しくは真空紫外光（V U V 光）を用いる露光装置で製造する場合にも、上記の実施の形態の投影露光装置を好適に使用することができる。

 また、本発明は、例えば遠紫外光又は真空紫外光を露光用照明光として使用するステップ・アンド・スティッチ方式の縮小投影露光装置にも適用することができる。

20 また、露光用の照明光としてのD F B 半導体レーザ又はファイバレーザから発振される赤外域又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（E r）（又はエルビウムとイッテルビウム（Y b）の両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、かつ非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。例えば、単一波長レーザの
25 発振波長を1. 5 4 4 ~ 1. 5 5 3 μ m の範囲内とすると、1 9 3 ~ 1 9 4 n m の範囲内の8 倍高調波、即ちA r F エキシマレーザとほぼ同一

波長となる紫外光が得られ、発振波長を $1.57 \sim 1.58 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、 $157 \sim 158 \text{ nm}$ の範囲内の 10 倍高調波、即ち F_2 レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。更に、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む、1999年7月23日付提出の日本国特許出願第11-209870号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用してここに組み込まれている。

10 産業上の利用の可能性

本発明の第1の露光方法によれば、露光ビームの少なくとも一部の光路を含む空間内の気体をその露光ビームが透過する気体で置換する場合に、その空間の周囲から発生する脱ガス等を少なくできるため、その置換を安定に行うことができる。従って、特に真空紫外域の波長の光を使用する露光装置において、その光路を含む空間を効率的に低吸収性ガスで置換することが可能になり、露光ビームに対する吸収を抑制することが可能となり、十分な露光光パワーが得られる。

また、本発明の第2の露光方法によれば、露光ビームの光路を含む空間内の気体を予め第1の気体で置換した後に、第2の気体で置換することによって、例えば高性能な第2の気体の消費量を減らすことができる。従って、ガス置換に要する運転コストを低減することが可能となる。

また、本発明の露光装置によれば、上記の本発明の露光方法を容易、又は効率的に実施できるようになる。

そして、本発明のデバイス製造方法によれば、極めて短波長の露光ビームの使用によって極めて微細な回路パターンを備えたデバイスを製造できると共に、露光ビームの強度を高く維持できるために、スループッ

トが向上する。

5

10

15

20

25

請 求 の 範 囲

1. 露光ビームで第1物体を照明し、該第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光方法において、

- 5 前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封し、
 該密封された空間内に前記露光ビームが透過する所定の気体を第1の気圧の近傍まで充填するに際して、

 前記密封された空間内の気体を前記第1の気圧よりも低い第2の気圧の近傍まで減圧する減圧工程と、

- 10 前記密封された空間内に前記所定の気体を前記第1の気圧と前記第2の気圧との間の気圧まで供給する充填工程と
 を交互に複数回繰り返すことを特徴とする露光方法。

2. 前記露光ビームは、波長が200nm～100nmの光であり、前記所定の気体は、窒素ガス又は希ガスであると共に、

- 15 前記第1の気圧は900hPa～1100hPaの範囲内であり、前記第2の気圧は50Pa～10kPaの範囲内であることを特徴とする請求の範囲1記載の露光方法。

3. 露光ビームで第1物体を照明し、該第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光方法において、

- 20 前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封し、
 該密封された空間を前記露光ビームが透過する第1の気体で置換する第1の工程と、

 これに続いて前記密封された空間を前記第1の気体と異なる前記露光ビームが透過する第2の気体で置換する第2の工程と

- 25 を含むことを特徴とする露光方法。

4. 前記露光ビームは、波長が200nm～100nmの光であり、

前記第 2 の気体は前記第 1 の気体よりも前記露光ビームに対する透過率が良好であることを特徴とする請求の範囲 3 記載の露光方法。

5. 露光ビームで第 1 物体を照明し、該第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物体を露光する露光装置において、

5 前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

該気密室内に前記露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置とを備え、

10 前記気体供給装置は、前記所定の気体に含まれる酸素又は水蒸気の少なくとも一方を除去する吸光気体除去フィルタを含む不純物除去フィルタを有することを特徴とする露光装置。

6. 前記不純物除去フィルタは、前記所定の気体に含まれる塵を除去する集塵フィルタと、前記所定の気体に含まれる有機物を除去する有機物除去フィルタとを更に有し、

15 前記所定の気体が流れる方向に沿って、前記集塵フィルタ、前記有機物除去フィルタ、及び前記吸光気体除去フィルタの順に配置されることを特徴とする請求の範囲 5 記載の露光装置。

7. 前記気体供給装置は、前記所定の気体を前記気密室内に送る送風装置、前記所定の気体の温度を制御する温度調整機構を有し、

20 前記所定の気体が流れる方向に沿って、前記送風装置、前記不純物除去フィルタ、及び前記温度調整機構の順に配置されることを特徴とする請求の範囲 6 記載の露光装置。

8. 露光ビームで第 1 物体を照明し、該第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物体を露光する露光装置において、

25 前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

該気密室内に前記露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置と、

前記気密室内の空間に残留する所定の残留気体の濃度を計測する気体濃度計測装置と、

- 5 前記気密室内の空間と前記気体濃度計測装置との間の気体の通路を開閉する開閉機構と
を有することを特徴とする露光装置。

9. 前記気体濃度計測装置は、酸素又は水蒸気の少なくとも一方の濃度を計測することを特徴とする請求の範囲 8 記載の露光装置。

- 10 10. 露光ビームで第 1 物体を照明し、該第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物体を露光する露光装置において、

前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

- 15 該気密室内に前記露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置と、

該気体供給装置による前記所定の気体の供給路中に設けられた開閉自在の遮断弁と、

- 20 前記露光装置のメンテナンス時及び緊急時に前記遮断弁を閉じて前記気密室への前記所定の気体の供給を停止させる制御装置と
を有することを特徴とする露光装置。

11. 露光ビームで第 1 物体を照明し、該第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物体を露光する露光装置において、

前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

- 25 該気密室内に前記露光ビームが透過する所定の気体を第 1 の気圧の近傍まで供給する気体供給装置とを備え、

該気体供給装置は、前記気密室内の気体を前記第 1 の気圧よりも低い第 2 の気圧まで減圧する減圧機構と、前記気密室内に前記所定の気体を前記第 1 の気圧と前記第 2 の気圧との間の気圧まで充填する充填機構と、前記減圧と前記充填とを複数回繰り返すように前記減圧機構と前記充填機構とを制御する制御装置とを有することを特徴とする露光装置。

1 2. 露光ビームで第 1 物体を照明し、該第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物体を露光する露光装置において、

前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

10 前記露光ビームが透過する第 1 の気体を前記気密室内に供給する第 1 の気体供給装置と、

前記第 1 の気体とは種類が異なると共に前記露光ビームが透過する第 2 の気体を前記気密室内に供給する第 2 の気体供給装置と、

15 前記第 1 及び第 2 の気体供給装置による気体の供給量を調整する調整装置と

を備えたことを特徴とする露光装置。

1 3. 前記調整装置は、前記第 1 の気体供給装置を駆動して前記気密室内に前記第 1 の気体を供給した後、前記第 2 の気体供給装置を駆動して前記気密室内に前記第 2 の気体を供給することを特徴とする請求の範囲 1 2 記載の露光装置。

1 4. 請求の範囲 1 ～ 4 の何れか一項記載の露光方法を用いてデバイスパターンをワークピース上に転写する工程を含むデバイス製造方法。

1 5. 請求の範囲 5 ～ 1 3 の何れか一項記載の露光装置を用いてデバイスパターンをワークピース上に転写する工程を含むデバイス製造方法。

25 1 6. 露光ビームで第 1 物体を照明し、該第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで第 2 物体を露光する露光装置の製造方法において、

前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

該気密室内に前記露光ビームが透過する所定の気体を供給し、該所定の気体に含まれる酸素又は水蒸気の少なくとも一方を除去する吸気体除去フィルタを含む不純物除去フィルタを有する気体供給装置と

5 を所定の位置関係で組み上げることを特徴とする露光装置の製造方法。

17. 露光ビームで第1物体を照明し、該第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置の製造方法において、

前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

10

該気密室内に前記露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置と、

前記気密室内の空間に残留する所定の残留気体の濃度を計測する気体濃度計測装置と、

15 前記気密室内の空間と前記気体濃度計測装置との間の気体の通路を開閉する開閉機構と

を所定の位置関係で組み上げることを特徴とする露光装置の製造方法。

18. 露光ビームで第1物体を照明し、該第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置の製造方法において、

20 前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

該気密室内に前記露光ビームが透過する所定の気体を供給する気体供給装置と、

該気体供給装置による前記所定の気体の供給路中に設けられた開閉自在の遮断弁と、

25

前記露光装置のメンテナンス時及び緊急時に前記遮断弁を閉じて前記

気密室への前記所定の気体の供給を停止させる制御装置と
を所定の位置関係で組み上げることの特徴とする露光装置の製造方法。

19. 露光ビームで第1物体を照明し、該第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置の製造方法において、

5 前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

該気密室内に前記露光ビームが透過する所定の気体を第1の気圧の近傍まで供給し、前記気密室内の気体を前記第1の気圧よりも低い第2の気圧まで減圧する減圧機構と、前記気密室内に前記所定の気体を前記第1の気圧と前記第2の気圧との間の気圧まで充填する充填機構と、前記減圧と前記充填とを複数回繰り返すように前記減圧機構と前記充填機構とを制御する制御装置とを有する気体供給装置と

10 を所定の位置関係で組み上げることの特徴とする露光装置の製造方法。

20. 露光ビームで第1物体を照明し、該第1物体のパターンを通過した露光ビームで第2物体を露光する露光装置の製造方法において、

15 前記露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間を密封する気密室と、

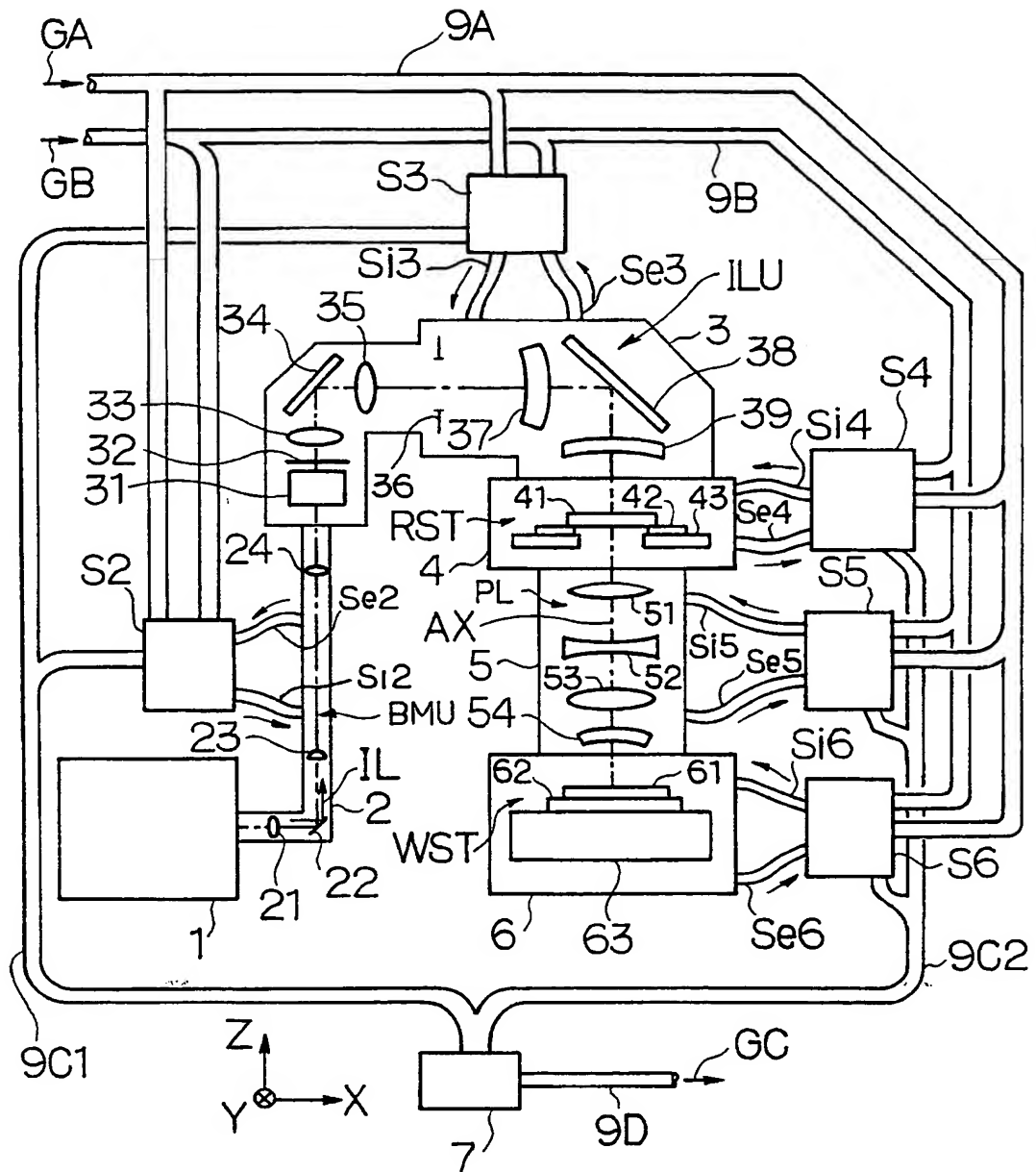
前記露光ビームが透過する第1の気体を前記気密室内に供給する第1の気体供給装置と、

20 前記第1の気体とは種類が異なると共に前記露光ビームが透過する第2の気体を前記気密室内に供給する第2の気体供給装置と、

前記第1及び第2の気体供給装置による気体の供給量を調整する調整装置と

を所定の位置関係で組み上げることの特徴とする露光装置の製造方法。

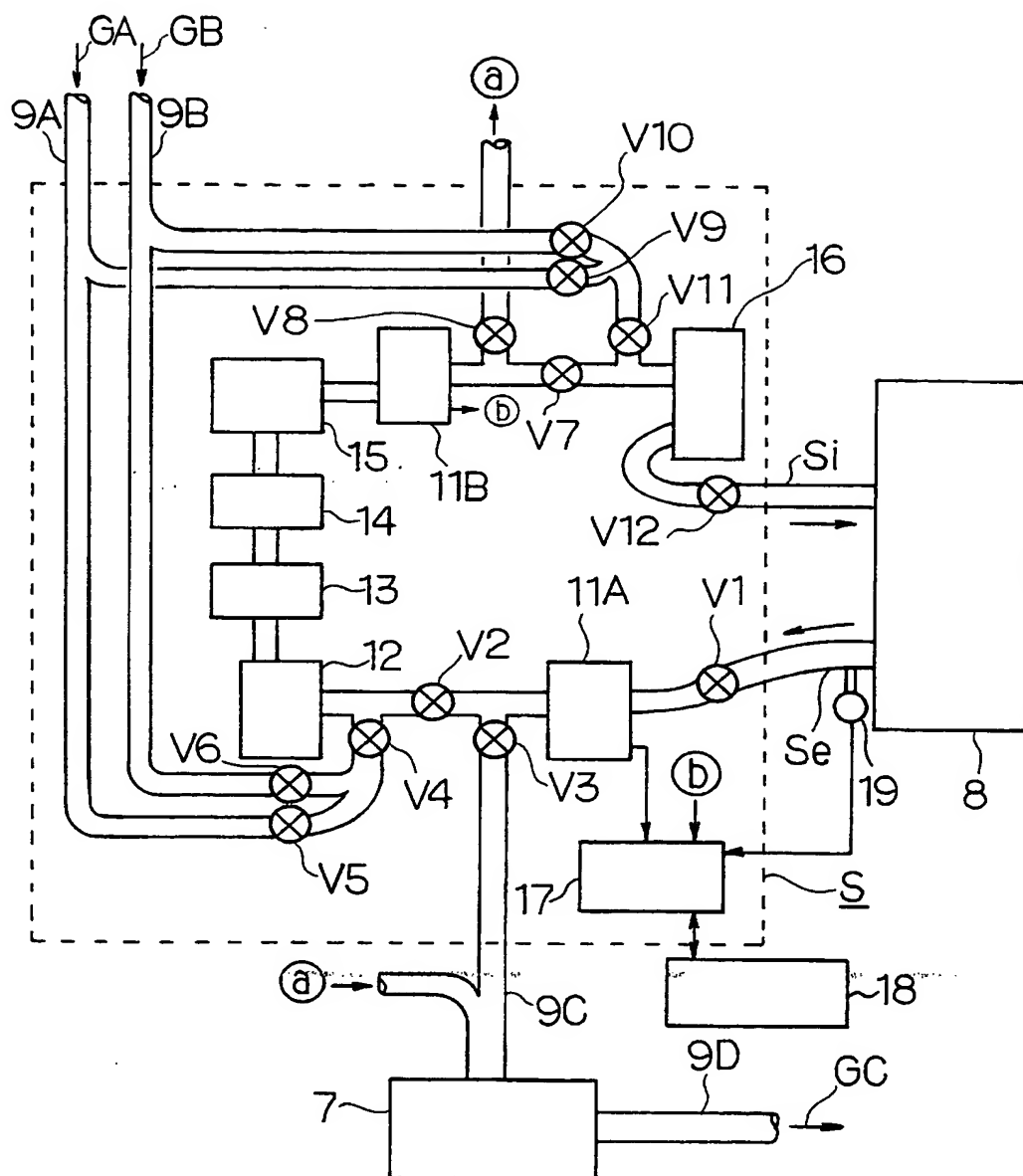
図 1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/4

図 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/4

図 3

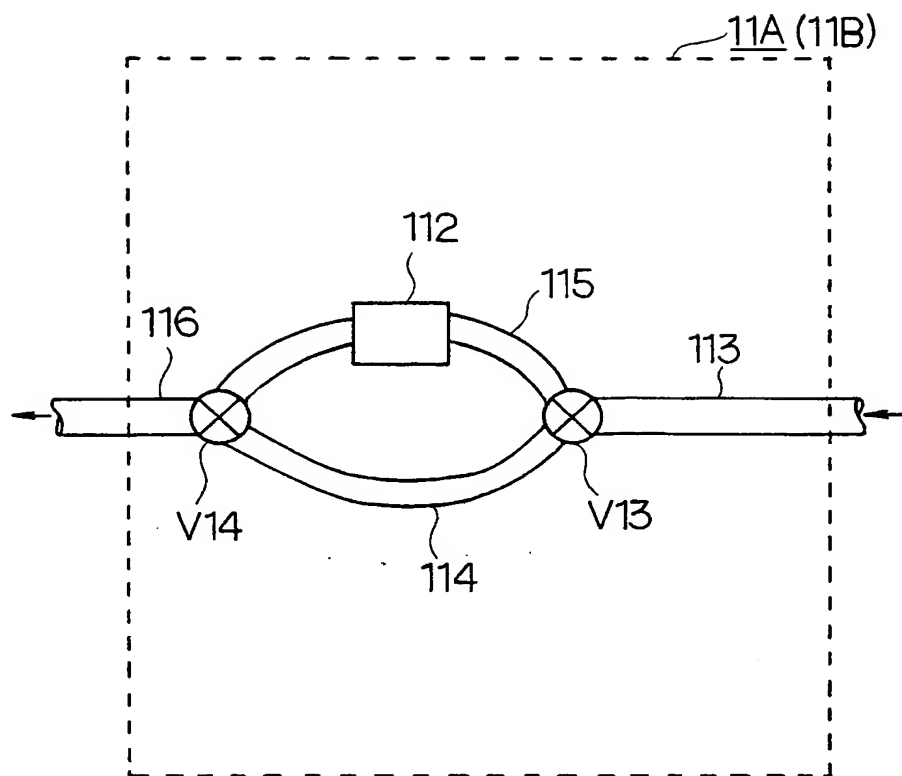
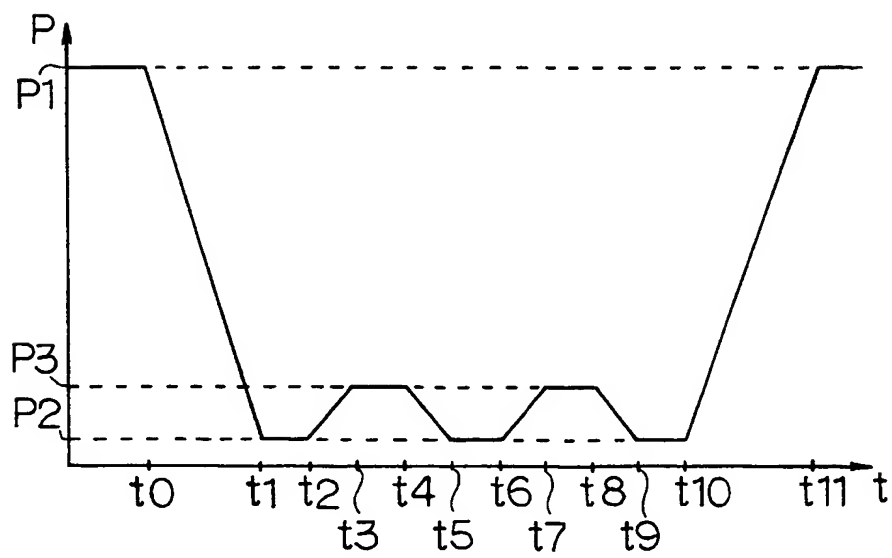


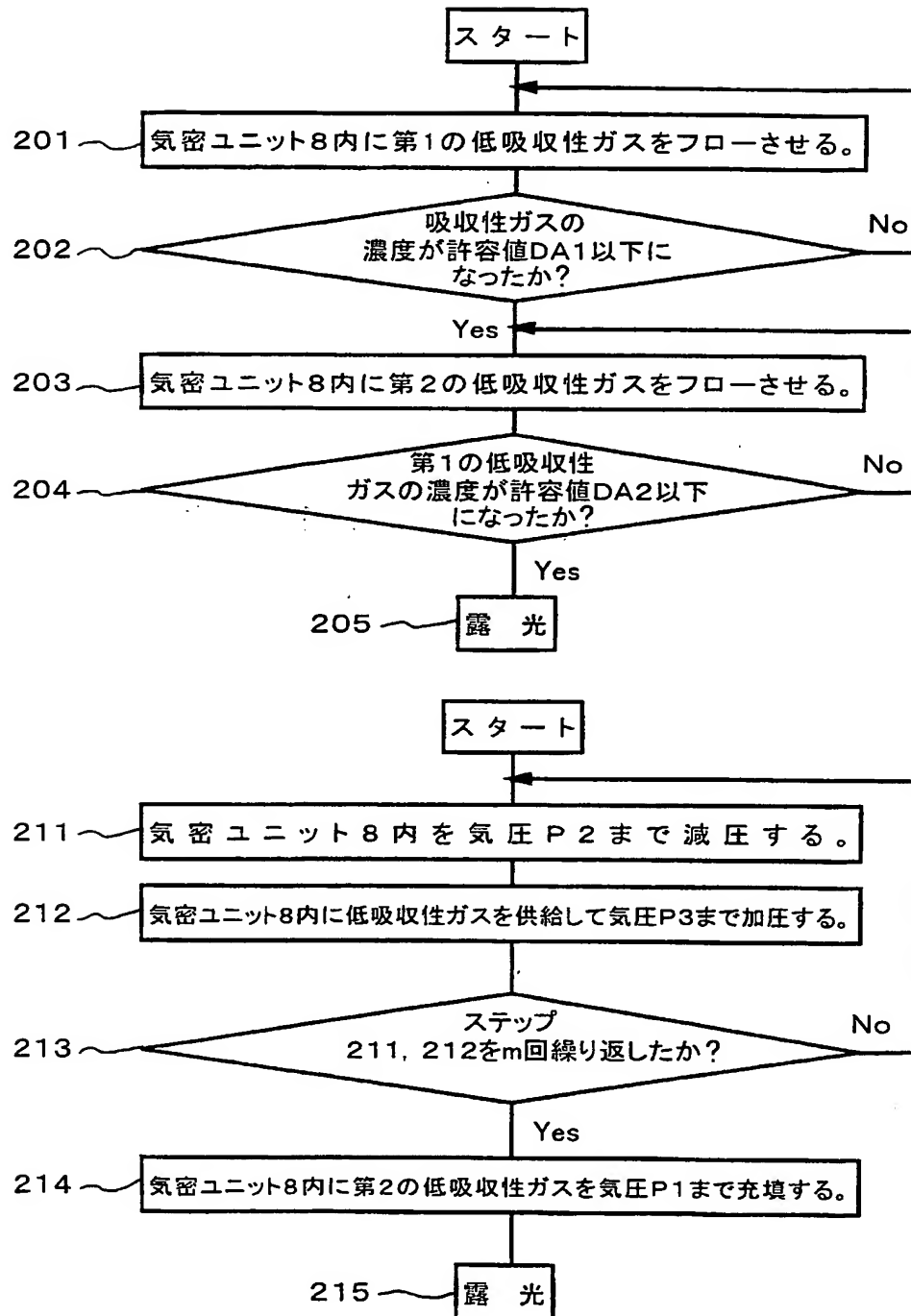
図 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/4

図 5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04871

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 4-188100, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 06 July, 1992 (06.07.92) (Family: none)	1-2, 11, 14, 19
X	JP, 11-195585, A (Nikon Corporation), 21 July, 1999 (21.07.99) (Family: none)	3-4, 12-13, 20
X	JP, 10-242029, A (Canon Inc.), 11 September, 1998 (11.09.98) (Family: none)	3-4, 12-13, 20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 October, 2000 (03.10.00)Date of mailing of the international search report
10 October, 2000 (10.10.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04871

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. The inventions of claims 1, 2, 11, 14, 19 relate to an exposing method comprising a gas-supplying step in which pressure reduction and supply are repeated.
2. The inventions of claims 3, 4, 12, 13, 20 relate to an exposing method comprising a step of replacing a first gas with a second gas.
3. The inventions of claims 5-7, 15, 16 relate to an exposing apparatus comprising a filter in a gas supply device.
4. The inventions of claims 8, 9, 17 relate to an exposing apparatus comprising a gas concentration measuring instrument.
5. The inventions of claims 10, 18 relate to an exposing apparatus comprising a shut-off valve.

Therefore, there are no common technical matters considered to be special technical features according to PCT 13.2 in these groups of inventions of claims described in items 1. to 5.

Therefore, these groups of inventions of claims described in items 1. to 5. do not fulfill the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
 1. Claims 1-2, 11, 14, 19
 2. Claims 3-4, 12-13, 20

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 4-188100, A(松下電器産業株式会社)6.7月.1992(06.07.92) (ファミリーなし)	1-2, 11, 14, 19
X	JP, 11-195585, A(株式会社ニコン)21.7月.1999(21.07.99) (ファミリーなし)	3-4, 12-13, 20
X	JP, 10-242029, A(キヤノン株式会社)11.9月.1998(11.09.98) (ファミリーなし)	3-4, 12-13, 20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.10.00

国際調査報告の発送日

10.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

芝 哲 央

2M 7810

電話番号 03-3581-1101 内線 6221

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

1. 請求の範囲1-2, 11, 14, 19は、減圧と供給の繰り返しを行う気体の充填工程を有する露光方法の発明である。
2. 請求の範囲3-4, 12-13, 20は、第1の気体を第2の気体で置換する工程を有する露光方法の発明である。
3. 請求の範囲5-7, 15-16は、気体供給装置のフィルタを有する露光装置の発明である。
4. 請求の範囲8-9, 17は、気体濃度計測装置を有する露光装置の発明である。
5. 請求の範囲10, 18は、遮断弁を有する露光装置の発明である。

したがって、上記1. - 5. の請求の範囲の群の間において、PCT規則13.2の特別な技術的特徴と考えられる共通の事項は存在しない。

よって、上記1. - 5. の発明の群の間で発明の単一性は満たされていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
 1. 請求の範囲1-2, 11, 14, 19
 2. 請求の範囲3-4, 12-13, 20
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

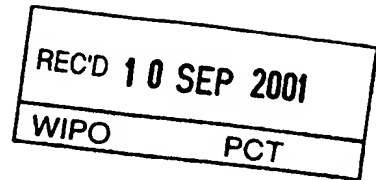
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

特 許 協 力 条 約

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
〔PCT36条及びPCT規則70〕



出願人又は代理人 の書類記号 00/06374	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/04871	国際出願日 (日.月.年) 21.07.00	優先日 (日.月.年) 23.07.99
国際特許分類 (IPC) Int. Cl ⁷ H01L21/027		
出願人 (氏名又は名称) 株式会社ニコン		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 5 ページからなる。 <input type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。 I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input checked="" type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input checked="" type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 13.02.01	国際予備審査報告を作成した日 24.08.01	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 星 野 浩 一	2M 2911
電話番号 03-3581-1101 内線 3274		

様式PCT/IPEA/409 (表紙) (1998年7月)

4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語
3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。
- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。
4. 補正により、下記の書類が削除された。
- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図
5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1. 次に、次に関して、当該請求の範囲に記載されている発明の新規性、進歩性又は産業上の利用可能性につき、次の理由により審査しない。

- ☐ フレキシブルディスクによる配列表が提出されていない又は所定の基準を満たしていない。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

IV. 発明の単一性の欠如

1. 請求の範囲の減縮又は追加手数料の納付の求めに対して、出願人は、

- ☐ 請求の範囲を減縮した。
- ☐ 追加手数料を納付した。
- ☐ 追加手数料の納付と共に異議を申立てた。
- ☒ 請求の範囲の減縮も、追加手数料の納付もしなかった。

2. ☐ 国際予備審査機関は、次の理由により発明の単一性の要件を満たしていないと判断したが、PCT規則68.1の規定に従い、請求の範囲の減縮及び追加手数料の納付を出願人に求めないこととした。

3. 国際予備審査機関は、PCT規則13.1、13.2及び13.3に規定する発明の単一性を次のように判断する。

- ☐ 満足する。
- ☒ 以下の理由により満足しない。

1. 請求の範囲1-2、11、14、19について
請求の範囲1-2は、減圧と供給の繰り返しを行う気体の充填工程を有する露光方法の発明である。

2. 請求の範囲3-4、12-13、20について
請求の範囲3-4は、第1の気体を第2の気体で置換する工程を有する露光方法の発明である。

3. 請求の範囲5-7、15-16について
請求の範囲5-7は、気体供給装置のフィルタを有する露光装置の発明である。

4. 請求の範囲8-9、17について
請求の範囲8-9は、気体濃度計測装置を有する露光装置の発明である。

5. 請求の範囲10、18について
請求の範囲10は、遮断弁を有する露光装置の発明である。

したがって、上記1.-5.の請求の範囲の群の間において、PCT規則13.2の特別な技術的特徴と考えられる共通の事項は存在しない。
よって、上記1.-5.の発明の群の間で発明の単一性は満たされていない。

4. したがって、この国際予備審査報告書を作成するに際して、国際出願の次の部分を、国際予備審査の対象にした。

- ☐ すべての部分
- ☒ 請求の範囲 1-2、11、14、19 に関する部分

THIS PAGE BLANK (USPTO)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲

有

請求の範囲

1-2、11、14、19

無

進歩性(IS)

請求の範囲

有

請求の範囲

1-2、11、14、19

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲

有

請求の範囲

1-2、11、14、19

無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

請求の範囲1-2、11、14、19

国際調査で提示した文献1:JP 4-188100 A(松下電器産業株式会社)6.7月.1992(06.07.92)

には、露光ビームの光路の少なくとも一部を含む空間において、減圧と所定の気体の供給とを繰り返す技術が記載されている。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

10/031,440

#7
Ref
10-17-01

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 00/06374	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/04871	International filing date (day/month/year) 21 July 2000 (21.07.00)	Priority date (day/month/year) 23 July 1999 (23.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/027		
Applicant NIKON CORPORATION		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.
- ☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
- These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☒ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☒ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

RECEIVED
JUN 27 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800
OCT 15 2002
RECEIVED
TC 1700 MAIL ROOM

Date of submission of the demand 13 February 2001 (13.02.01)	Date of completion of this report 24 August 2001 (24.08.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04871

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04871

III. Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability

1. The questions whether the claimed invention appears to be novel, to involve an inventive step (to be non obvious), or to be industrially applicable have not been examined in respect of:

☐ the entire international application.

☒ claims Nos. 5-10,15-18

because:

☐ the said international application, or the said claims Nos. _____
relate to the following subject matter which does not require an international preliminary examination (*specify*):

☐ the description, claims or drawings (*indicate particular elements below*) or said claims Nos. _____
are so unclear that no meaningful opinion could be formed (*specify*):

☐ the claims, or said claims Nos. _____ are so inadequately supported
by the description that no meaningful opinion could be formed.

☒ no international search report has been established for said claims Nos. 5-10,15-18

2. A meaningful international preliminary examination cannot be carried out due to the failure of the nucleotide and/or amino acid sequence listing to comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions:

☐ the written form has not been furnished or does not comply with the standard.

☐ the computer readable form has not been furnished or does not comply with the standard.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04871

IV. Lack of unity of invention

1. In response to the invitation to restrict or pay additional fees the applicant has:

- ☐ restricted the claims.
- ☐ paid additional fees.
- ☐ paid additional fees under protest.
- ☒ neither restricted nor paid additional fees.

2. ☐ This Authority found that the requirement of unity of invention is not complied with and chose, according to Rule 68.1, not to invite the applicant to restrict or pay additional fees.

3. This Authority considers that the requirement of unity of invention in accordance with Rules 13.1, 13.2 and 13.3 is

- ☐ complied with.
- ☒ not complied with for the following reasons:

See supplemental sheet for continuation of Box IV. 3.

4. Consequently, the following parts of the international application were the subject of international preliminary examination in establishing this report:

- ☐ all parts.
- ☒ the parts relating to claims Nos. 1-2,11,14,19

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: IV. 3.

1. Claims 1, 2, 11, 14, and 19

Claims 1 and 2 pertain to the invention of an exposing method having a gas filling process wherein pressure is reduced and a gas is supplied repeatedly.

2. Claims 3, 4, 12, 13, and 20

Claims 3 and 4 pertain to the invention of an exposing method having a process wherein a first gas is replaced with a second gas.

3. Claims 5 to 7, 15, and 16

Claims 5 to 7 pertain to the invention of an exposing device having a gas supply device filter.

4. Claims 8, 9, and 17

Claims 8 and 9 pertain to the invention of an exposing device having a gas concentration measuring device.

5. Claims 10 and 18

Claim 10 pertains to the invention of an exposing device having a shut-off valve.

Therefore, there is no special technical feature, as defined in PCT Rule 13.2, common to the claims in above sections 1 to 5.

As a result, the groups of inventions in above sections 1 to 5 do not fulfill the requirement of unity of invention.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP 00/04871

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims		YES
	Claims	1-2, 11, 14, 19	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-2, 11, 14, 19	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-2, 11, 14, 19	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Claims 1, 2, 11, 14, and 19

Document 1: JP, 4-188100, A (Matsushita Electric
Industrial Co., Ltd.), 6 July 1992 (06.07.92)

Document 1 cited in the international search report discloses the repetition of reduction in pressure and supply of a specified gas in a space that includes at least one portion of the optical pathway of an exposing beam.

RECEIVED

JUN 27 2002

TECHNOLOGY CENTER 2800

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 00/06374	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JPO0/04871	国際出願日 (日.月.年) 21.07.00	優先日 (日.月.年) 23.07.99	
出願人(氏名又は名称) 株式会社ニコン			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☒ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は

☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は

☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 2 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

1. 請求の範囲1-2, 11, 14, 19は、減圧と供給の繰り返しを行う気体の充填工程を有する露光方法の発明である。
2. 請求の範囲3-4, 12-13, 20は、第1の気体を第2の気体で置換する工程を有する露光方法の発明である。
3. 請求の範囲5-7, 15-16は、気体供給装置のフィルタを有する露光装置の発明である。
4. 請求の範囲8-9, 17は、気体濃度計測装置を有する露光装置の発明である。
5. 請求の範囲10, 18は、遮断弁を有する露光装置の発明である。

したがって、上記1. - 5. の請求の範囲の群の間において、PCT規則13.2の特別な技術的特徴と考えられる共通の事項は存在しない。

よって、上記1. - 5. の発明の群の間で発明の単一性は満たされていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
 1. 請求の範囲1-2, 11, 14, 19
 2. 請求の範囲3-4, 12-13, 20
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 4-188100, A (松下電器産業株式会社) 6. 7月. 1992 (06. 07. 92) (ファミリーなし)	1-2, 11, 14, 19
X	JP, 11-195585, A (株式会社ニコン) 21. 7月. 1999 (21. 07. 99) (ファミリーなし)	3-4, 12-13, 20
X	JP, 10-242029, A (キヤノン株式会社) 11. 9月. 1998 (11. 09. 98) (ファミリーなし)	3-4, 12-13, 20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 10. 00

国際調査報告の発送日

10.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

芝 哲 央

2M 7810

電話番号 03-3581-1101 内線 6221

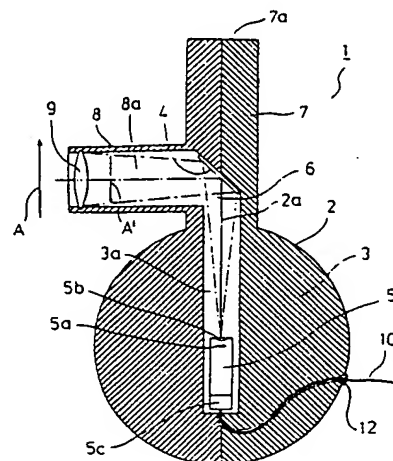
THIS PAGE BLANK (USPTO)

(54) INDUSTRIAL TELEVISION CAMERA USED IN HIGH RADIATION ENVIRONMENT

(11) 4-188098 (A) (43) 6.7.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-316074 (22) 22.11.1990
 (71) MITSUBISHI ATOM POWER IND INC (72) YUKINARI NOZUE
 (51) Int. Cl.⁵. G21F7/02, G21C17/08

PURPOSE: To obtain a camera usable in a high radiation environment by placing a CCD camera at the bottom of a sphere part of a shield body having an outer shape of flask and providing the front shield of the said CCD camera with a column part of the said shield body.

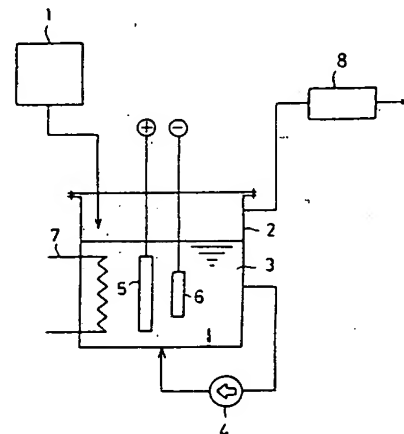
CONSTITUTION: A TV camera 1 contains a CCD camera 5 in the roughly middle of sphere part 3 of a shield body 2 having a flask outshape. The camera 5 is so set that the solid imaging element 5a is in the center of the sphere part 3. On the side of a column part 7 lower by a determined thickness in the direction of the sphere 3 from the end 7a of a column part 7, a mirror body 8 is provided. This thickness of the column part 7 projected above the mirror body 8 attains the radiation shield for this direction because the front of the CCD camera 5 is hollow. A light beam is guided by way of an object lens 9 at the end of the mirror body 8 and a mirror 4 to the imaging element 5a.

**(54) PROCESSING OF CHEMICAL DECONTAMINATION LIQUID WASTE**

(11) 4-188099 (A) (43) 6.7.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-315737 (22) 22.11.1990
 (71) TOSHIBA CORP (72) MASAMI TODA(1)
 (51) Int. Cl.⁵. G21F9/06, G21F9/08, G21F9/16

PURPOSE: To reduce generation of secondary waste by injecting chelate decontamination liquid waste in acid solution of Ce^{3+} or Ce^{4+} , impressing direct current voltage to oxidize Ce^{3+} at positive electrode and produce Ce^{4+} and separating chelate agent with the oxidation effect of Ce^{4+} .

CONSTITUTION: Nitric acid of Ce^{3+} is reserved in a electrolysis tank 2 and the nitric acid of Ce^{3+} is head to 80°C with a heater 7. Decontamination liquid waste of EDTA(ethylene diamine tetra acetic acid) is then injected in the electrolysis tank 2 and a direct current voltage of a determined current density is impressed between an inactive positive electrode 5 and an inactive negative electrode 6. The electrodes should be platinum or equivalent metal to it. Ce^{4+} generated at the positive electrode 5 reacts with the decontamination liquid waste of EDTA to produce Ce^{3+} , M^{n+} , CO_2 , NH_3 and H_2O . The CO_2 and NH_3 gases and steam are processed in a exhaust gas processing system 8. Ce^{3+} reduced in the said reaction is reproduced to Ce^{4+} at the positive electrode 5 owing to the direct current voltage between electrodes 5 and 6.



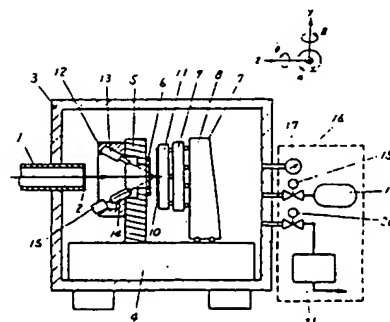
1: chelate decontamination liquid waste tank, 3: decomposition agent

(54) GAS REPLACING METHOD FOR X-RAY EXPOSURE DEVICE

(11) 4-188100 (A) (43) 6.7.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-318498 (22) 22.11.1990
 (71) MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (72) YOSHIJI FUJITA(2)
 (51) Int. Cl.⁵. G21K5/00, G03F7/20, H01L21/027

PURPOSE: To obtain a gas replacement method with low vacuum electric discharge and small temperature variation by depressurizing the gas in a closed vessel repeatedly from the atmospheric pressure to the pressure for the components in the said closed vessel unaffected by temperature and electric discharge and then introducing gas to recover the atmospheric pressure.

CONSTITUTION: At initial state, valves 18 and 20 are closed. First, the valve 20 is opened to decrease the pressure in a closed vessel 3 with the effect of a vacuum pump 21. The depressurized pressure (1/2 atmosphere for example) in which the temperature variation during the evacuation is within 0.5°C and vacuum electric discharge does not occur in the components in the closed vessel 3, is obtained in advance. When the pressure decreased to this pressure, the valve 20 is closed and the valve 18 is opened. By this, helium flows in from a helium supply source 19. When the pressure in the closed vessel becomes the atmospheric pressure, the valve 18 is closed. This operation is repeated until the helium concentration reaches a determined value.



THIS PAGE BLANK (USPTO)